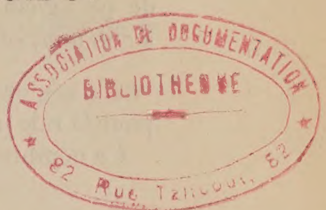
COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SEANCE DU LUNDI 4 JUILLET 1955.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS FAGE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **René Fabre**, élu membre de la Section d'Économie rurale, le 23 mai 1955, en remplacement de M. *Albert Demolon*, décédé, est introduit en séance par M. le Secrétaire perpétuel pour les Sciences chimiques et naturelles.

M. le **Président** donne lecture de la note publiée au *Journal officiel de la République française* annonçant que, par décret du 25 juin 1955, son élection a été approuvée; il lui remet la médaille de Membre de l'Institut et l'invite à prendre place parmi ses Confrères.

M. le **Ministre de l'Éducation nationale** adresse ampliation des décrets, en date du 13 juin 1955, portant approbation des élections que l'Académie a faites de MM. **Serge Bernstein** et **Bernard Houssay**, pour occuper deux des places d'Associés étrangers nouvellement créées.

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *Pouvoir rotatoire magnétique de l'oxyde azotique sous faible pression.* Note (*) de MM. **René de Mallemann** et **Jean Grange**.

On sait que O_2 et NO sont des gaz paramagnétiques, et que leurs propriétés magnéto-optiques diffèrent beaucoup du fait de la constitution électronique très spéciale de NO.

(*) Séance du 27 juin 1955.

En particulier, le pouvoir rotatoire magnétique de l'oxyde azotique est *négatif*, et plus de *dix* fois supérieur en valeur absolue à ceux de N_2 et O_2 (tous deux *positifs*); en outre, la rotation *spécifique* de NO varie considérablement avec la température (même quand celle-ci n'est pas très basse).

H. Bizette [1] a étudié le pouvoir rotatoire de NO liquide et gazeux dans le champ de l'électroaimant de Bellevue. Pour le gaz observé sous une pression de 98 kg/cm², à la température de 16°, la constante de Verdet, ramenée à 760 mm, serait

$$\Lambda_{16^\circ}^{760} = -58 \text{ minutes},$$

pour la raie jaune $\lambda = 578$ mμ.

Ce nombre correspondrait à la rotation moléculaire

$$[\Lambda]_{M}^{16^\circ} = -400 \text{ microradians } (\mu r).$$

Il pouvait être intéressant d'observer le même gaz au voisinage de la pression normale, et même sous pression réduite, l'appareil dont nous disposons pour la mesure des rotativités diamagnétiques étant ici particulièrement adéquat. (Les rotations doubles pouvant dépasser 10° pour $\lambda = 436$ mμ).

L'oxyde azotique pur et sec (obtenu par décomposition sulfurique d'une solution de nitrite de sodium), fut d'abord solidifié dans l'air liquide, puis distillé dans le tube polarimétrique. La longueur de celui-ci dépassant 6 m, des traces de NO_2 eussent produit une coloration, donc une absorption sensible, rendant les mesures polarimétriques illusoires. Les observations ont été faites pour des pressions allant de 2 500 à 200 mm de mercure et des températures échelonnées de 6 à 85°.

Les résultats sont classés en deux groupes :

1° mesures à *densité constante* (température et pression variables);

2° mesures à *température constante* et pression variable.

On a tracé la courbe des rotations *spécifiques* $[\Lambda]$ (ou moléculaires) en fonction de la température.

Exemple :

$$\lambda = 578 \text{ m}\mu,$$

t(°C)	6,5	84
$[\Lambda]_M^t$ (μr)	— 468	— 392

La théorie de Van Vleck (équilibre, fonction de la température, entre des molécules *paramagnétiques* dans l'état 2π 3/2 et des molécules *diamagnétiques* dans l'état 2π 1/2), conduit à une formule qui représenterait la variation avec T du pouvoir rotatoire d'origine exclusivement paramagnétique.

Pour contrôler la formule, il faudrait donc soustraire la contribution (indépendante de T) due à la polarisation diamagnétique des molécules, et

---

(1) *Thèse de doctorat*, Paris, 1946, p. 40.

celle-ci n'est pas directement observable. Mais les connaissances acquises sur les rotations diamagnétiques permettent d'affirmer que ladite contribution doit être *relativement faible* et différer assez peu de la somme des rotations *atomiques* de N et O; les rotations *moléculaires* des deux gaz étant respectivement 42,1 et 37,0 μr, il suffira ici de prendre la moyenne 40 μr, ce qui porterait à — 508 et — 432 μr, respectivement, les rotations *purement* paramagnétiques de NO aux températures précitées.

Le rapport de ces nombres est 1,175 et le rapport calculé à partir de la formule de Van Vleck 1,173.

D'autre part, nous avons trouvé pour la rotation moléculaire du gaz à 16° :

$$[\Lambda]_{M}^{16^\circ} = -462\,\mu r \qquad (\lambda = 578\,m\mu),$$

nombre supérieur, de 15 % environ, à celui de H. Bizette.

Les *dispersions* :

λ................	578	546	436
Rapports.........	1	1,14	1,93

concordent sensiblement.

Nous avons vérifié que la rotation spécifique ne dépendait pas de la *pression* du gaz jusqu'à 2,5 atm ([2]), et il est peu vraisemblable que cette rotation puisse décroître, dans une aussi forte proportion, quand on comprime à 100 atm.

On constate d'ailleurs un écart relatif de même sens et quasiment *égal*, dans les valeurs obtenues pour l'*hélium* ([3]) (mesures de Bizette et Tsaï à haute pression, de L. R. Ingersoll à basse pression).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide chlorhydrique sur les α-méthylcyclohexanols.* Note (*) de MM. **Raymond Cornubert** et **Keyvan Nadjme-Abadi.**

Les chlorures formés lors de l'action de l'acide chlorhydrique sur les α-méthylcyclohexanols cis et trans ainsi que les carbures qui les accompagnent, ne semblent pas engendrés par un mécanisme substitution-élimination, mais par une déshydratation suivie d'une addition d'hydracide.

Plusieurs auteurs ([1]), Zelinsky (1908), von Auwers et Dersch (1930),

---

([2]) Des nombres obtenus pour une même température, supérieure à 50°, sous des pressions de 200 à 300 mm, sembleraient indiquer que la rotation *spécifique décroît* notablement pour des pressions assez *faibles*. Le fait serait difficilement explicable théoriquement; nous le mentionnons ici sous toutes réserves quant à ses causes, qui pouraient être d'ordre purement chimique.

([3]) M. Bizette pense que l'écart est attribuable à une défectuosité du manomètre qu'il avait dû employer pour faire ses mesures.

(*) Séance du 27 juin 1955.

([1]) Bibliographie *Bull. Soc. Chim.*, 18, 1951, p. C 27.

Vavon et Mme Perlin-Borrel (1931), Mousseron, Granger et Valette [2] se sont déjà intéressés à l'étude de l'action de l'acide chlorhydrique sur les α-méthylcyclohexanols. L'un de nous et R. Nicolas ont ensuite [1] entrepris des expériences similaires, certains de ces essais ayant été réexaminés par l'un de nous et Mme Lafont-Lemoine [3]. Il était résulté de nos recherches que la question nécessitait une étude serrée.

Nous résumerons ici les nouveaux résultats qui ont été atteints en indiquant préalablement le principe de notre technique opératoire : chauffage de 1 p. d'alcool et de 4 p. d'acide chlorhydrique commercial en élevant progressivement la température de 50 à 90-95° en 8 h 30 en agitant violemment (Rdt de transformation de l'alcool en chlorure et carbure 93-97 %).

A. L'alcool cis (I) a conduit à un chlorure (Rdt : 88 %) rigoureusement homogène tant par la netteté de son point d'ébullition que par l'analyse cinétique, c'est-à-dire par l'examen de l'action de la soude alcoolique fournissant une courbe de minéralisation du chlore présentant une allure rapide. Cette courbe a été en effet retrouvée avec le chlorure tertiaire pur (III) préparé en traitant soit le carbure (II) par l'acide chlorhydrique dans les mêmes conditions, soit l'alcool tertiaire de type (III) par l'acide chlorhydrique. De plus, le chlorure engendré par l'alcool cis, traité par le magnésium puis par l'oxygène, a fourni un alcool $\acute{E}_{20}$ 64-65°, F 20-22° tout comme les deux chlorures tertiaires de synthèse, substance qui n'est autre que le précédent alcool tertiaire.

Il n'a donc pas été trouvé trace de chlorure secondaire. Or le carbure (II) fixe l'acide chlorhydrique en donnant le chlorure tertiaire dans nos conditions opératoires, et ceci avec un rendement de 80 %. Tout ce qui précède doit faire concevoir l'apparition en 2 de l'atome de chlore de (III) par une élimination trans privilégiée d'eau conduisant au carbure (II) par perte de l'atome d'hydrogène tertiaire en 2, suivie d'une addition d'acide chlorhydrique :

(I) (II) (III)

B. L'alcool trans (IV) a conduit à un chlorure $\acute{E}_{30}$ 60-63° (Rdt : 90%) à côté d'un carbure. Le chlorure a été fractionné et chaque fraction a été soumise à une analyse cinétique; ce traitement par la soude n'a pas

---

([2]) *Bull. Soc. Chim.*, **13**, 1946, p. 245.

([3]) Essais inédits.

conduit à une courbe rapide de minéralisation du chlore et il n'a pu être décelé de chlorure tertiaire pas plus que par traitement par le magnésium et l'oxygène. L'α-méthylcyclohexanol trans, sans isomère cis, a été ainsi très aisément trouvé à côté de β-méthylcyclohexanol cis (ex trans) peut-être accompagné de son stéréoisomère.

Cette formation d'un alcool β-méthylé est en accord avec le fait que le carbure engendré est le carbure (V); dans ces conditions on doit avoir encore par élimination trans privilégiée :

OH, H, CH_3 (IV) → (V) CH_3 → Cl, CH_3 + Cl, CH_3

C. N'ayant pu obtenir le chlorure secondaire cherché tant à partir de l'alcool cis que de l'alcool trans, et Mousseron, Manon et Combes [4] ayant fixé l'acide chlorhydrique en présence de chlorure stannique sur le carbure (V) de telle façon que l'atome de chlore s'est situé en 1, nous avons répété leur expérience dans l'espoir d'atteindre le résultat que nous recherchions. Nous avons abouti à des conclusions totalement différentes ce qui prouve que la moindre altération des conditions opératoires entraîne des modifications d'orientation. Le chlorure ayant été transformé en magnésien et celui-ci ayant été converti en alcool, il a été trouvé des mélanges d'alcools secondaires constitués par 1° *sans chlorure stannique :* α-méthylcyclohexanol trans, β-méthylcyclohexanol cis (ex trans); 2° *avec chlorure stannique :* α-méthylcyclohexanol trans, β-méthylcyclohexanols cis (ex trans) et trans (ex cis) et enfin γ-méthylcyclohexanol trans.

Il peut donc y avoir migration de la liaison double en présence de chlorure stannique, de 1.6 en 6.5 donnant :

(V) CH_3 → CH_3, Cl + CH_3, Cl ; → CH_3 → CH_3, Cl + CH_3, Cl

([4]) *Bull. Soc. Chim.*, **16**, 1949, p. 396.

En conclusion les chlorures secondaires correspondant aux α-méthylcyclohexanols cis et trans ne sont pas préparables par la méthode à l'acide chlorhydrique.

Ces expériences se poursuivent ainsi que d'autres faisant intervenir le pentachlorure de phosphore; dans leur état actuel, elles se résument ainsi : 1° sur l'alcool cis cet halogénure donne uniquement le chlorure tertiaire ce qui fait penser à la production d'un carbure par déshydratation avec fixation subséquente sur la liaison double, de l'acide chlorhydrique simultanément formé; 2° avec l'alcool trans le chlorure engendré s'est révélé être entièrement de nature secondaire (par le magnésium et l'oxygène on trouve les α-méthylcyclohexanols cis et trans tandis que le magnésium et l'anhydride carbonique fournissent le mélange des deux acides cis et trans); le mécanisme paraît dès lors différent de celui faisant aboutir au chlorure issu de l'alcool cis.

M. **Robert Courrier** dépose sur le Bureau, pour la Bibliothèque de l'Institut, le volume contenant les travaux de la *IIIe Réunion des Endocrinologistes de langue française.* Au cours de cette Réunion, qui s'est tenue à Bruxelles, les 18, 19 et 20 juin 1955, M. Robert Courrier a présenté, en collaboration avec Mme Marguerite Baclesse, un rapport sur l'*Équilibre hormonal au cours de la gestation* (1).

M. **Paul Fourmarier** adresse en hommage à l'Académie un Ouvrage de M. Lucien Cahen intitulé : *Géologie du Congo belge,* dont il a écrit la *Préface.*

M. **Gino Cassinis** adresse en hommage à l'Académie une série de tirages à part de ses travaux de Géodésie.

L'Ouvrage suivant est présenté par M. **Eugène Darmois** : *Le corps solide,* par Geneviève Darmois.

PRÉSENTATIONS.

Dans la formation d'une liste de candidats à la Chaire de Chimie industrielle (Méthodes générales, synthèse et catalyse, applications) vacante au Conservatoire des Arts et Métiers, pour la première ligne, M. *André Étienne* obtient 35 suffrages contre 17 à M. *Henri Wahl;* il y a 1 bulletin blanc.

(1) Publications des *Annales d'Endocrinologie.* Paris, Douin, Masson.

Pour la seconde ligne, M. *Henri Wahl* obtient 41 suffrages ; il y a 5 bulletins blancs et 1 bulletin nul.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Éducation Nationale comprendra :

En première ligne.................. M. **André Étienne**.
En seconde ligne.................. M. **Henri Wahl**.

DÉSIGNATIONS.

Mme **Jacques Tonnelat**, née **Marie-Antoinette Baudot**, professeur à la Sorbonne, est adjointe à la délégation de l'Académie aux Cérémonies qui auront lieu à Berne, du 11 au 17 juillet 1955, à l'occasion du cinquantième anniversaire de la découverte de la Relativité par **Albert Einstein**.

PLIS CACHETÉS.

L'Académie reçoit d'un historien des Sciences une demande d'ouverture des deux plis cachetés suivants qui, en vertu d'une décision relative aux dépôts datant de plus de cent ans, sont ouverts en séance par M. le Président :

Le premier, n° 287, déposé le 5 octobre 1791 par **J. H. Hassenfratz**, contient une courte note intitulée : *Procédé pour retirer de la soude du sel marin dont l'expérience a été faite en grand pendant les mois d'aoust et de septembre de* 1790 *à Cérilly, département de l'Allier ;*

Le second, n° 12, déposé le 16 floréal an X par les Citoyens **Anfry** et **Darcet**, contient deux notes signées Darcet et intitulées : 1° *Procédés pour décomposer le muriate de soude, le nitrate de potasse, les sulfates de soude, de potasse et le sulfate de baryte de strontiane, retirer les acides nitriques et muriatiques, la potasse et la soude, la baryte et la strontiane à l'état caustique ou carbonaté.*

2° *Procédés pour carbonater les terres et les alcalis.*

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Owen Gingerich. *Messier and His Catalogue*. I et II, in *Sky and Telescope*.

2° Publications scientifiques de l'Université d'Alger. Série A. *Sciences mathématiques*. Tome I, n° 1.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Remarque sur les ensembles η_α.*
Note (*) de M. **Leonard Gillman**, transmise par M. Waclaw Sierpiński.

D'après Hausdorff ([1]), on appelle un ensemble ordonné S *ensemble* η_α si (i) S ne contient pas deux sous-ensembles consécutifs de puissance $< \aleph_\alpha$, et (ii) S n'est ni coïnitial ni cofinal avec un sous-ensemble de puissance $< \aleph_\alpha$. Hausdorff a démontré les deux théorèmes suivants concernant les ensembles η_α :

I. *Pour tout nombre ordinal α, deux ensembles η_α quelconques de puissance $\aleph_\alpha$ sont semblables.*

II. *Pour tout nombre ordinal β, il existe un type d'ordre $\eta_{\beta+1}$ (le « type normal ») possédant les propriétés suivantes :*

(*a*) *chaque « sous-type » bien ordonné (croissant ou décroissant) est de puissance $\leqq \aleph_{\beta+1}$;*

(*b*) $\overline{\eta_{\beta+1}} = 2^{\aleph_\beta}$;

(*c*) *tout* ensemble $\eta_{\beta+1}$ *contient un sous-ensemble du* type $\eta_{\beta+1}$.

A II(*b*, *c*), il déduit :

III. *Pour qu'il existe un ensemble $\eta_{\beta+1}$ de puissance $\aleph_{\beta+1}$ (β étant un nombre ordinal donné), il faut et il suffit qu'on ait $2^{\aleph_\beta} = \aleph_{\beta+1}$.*

Or, cette question se présente : peut-on démontrer, sans utiliser l'hypothèse $2^{\aleph_\beta} = \aleph_{\beta+1}$, que deux ensembles $\eta_{\beta+1}$ quelconques de puissance $2^{\aleph_\beta}$ sont semblables ? Je montre que la réponse est négative :

Théorème 1. — *Soit β un nombre ordinal donné. Si $2^{\aleph_\beta} \neq \aleph_{\beta+1}$, il existe deux ensembles $\eta_{\beta+1}$ de puissance $2^{\aleph_\beta}$ qui ne sont pas semblables.*

En effet, il suffit de considérer deux ensembles P et Q tels que

$$\overline{P} = \eta_{\beta+1}, \qquad \overline{Q} = \eta_{\beta+1}\,\omega_{\beta+2}.$$

On voit sans peine que l'ensemble Q est un ensemble $\eta_{\beta+1}$. Or, notre hypothèse implique qu'on a $2^{\aleph_\beta} \geqq \aleph_{\beta+2}$; par conséquent, on a $\overline{\overline{Q}} = 2^{\aleph_\beta}$ (vu que $\overline{\eta_{\beta+1}} = 2^{\aleph_\beta}$). Les ensembles P et Q sont donc tous les deux des ensembles $\eta_{\beta+1}$ de puissance $2^{\aleph_\beta}$. Mais il ne sont pas semblables : car Q a évidemment un sous-ensemble de type $\omega_{\beta+2}$; d'autre part, vu la condition II(*a*), P ne contient pas de tel sous-ensemble.

Plus généralement, on a :

Théorème 2. — *Soient β et δ deux nombres ordinaux tels que* (i) $\delta \geqq \beta + 2$, *et* (ii) $\aleph_\delta \geqq 2^{\aleph_\beta}$; *alors, il existe deux* ([2]) *ensembles $\eta_{\beta+1}$ de puissance $\aleph_\delta$ qui ne sont pas semblables.*

(*) Séance du 27 juin 1955.

([1]) *Grundzüge der Mengenlehre*, Leipzig, 1914, p. 180-185.

([2]) Sans l'hypothèse (ii), il n'en existerait aucun.

Pour la démonstration, il suffit de comparer les deux types d'ordre

$$\eta_{\beta+1}(\omega_\delta+1) \quad \text{et} \quad \eta_{\beta+1}(\omega_\delta+1)^*.$$

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Extension de la notion de fonction récursive aux fonctions d'une ou plusieurs variables réelles*. II. Note de M. **Daniel Lacombe**, **présentée par M. Arnaud Denjoy.**

Suite de ma Note du 27 juin 1955 ([1]). Deuxième procédé de détermination des $\mathfrak{R}$-fonctions continues à partir des $\mathfrak{N}$-fonctions. Cas des $\mathfrak{N}$-fonctions récursives et des opérateurs récursifs. Équivalence des deux procédés pour la définition des $\mathfrak{R}$-fonctions récursives. Premières conséquences de cette définition.

12. Soit **u** la $\mathfrak{R}^3$-fonction définie par

$$\mathbf{u}(a, b, x) = \operatorname{tg}\left(\frac{\operatorname{Arctg} b - \operatorname{Arctg} a}{\pi} \operatorname{Arctg} x + \frac{\operatorname{Arctg} b + \operatorname{Arctg} a}{2}\right)$$

$$\left[\text{en posant } \operatorname{Arctg}(-\infty) = -\frac{\pi}{2},\ \operatorname{Arctg}(+\infty) = \frac{\pi}{2}\right].$$

La $\mathfrak{R}$-fonction $x \to \mathbf{u}(a, b, x)$ applique $\mathfrak{R}$ de façon continue sur le segment $[a, b]$. Si $a \neq b$, cette application est biunivoque, donc aussi bi-uniformément continue.

Nous poserons $\mathbf{u}(-1, +1, x) = \tilde{x}$. L'application $x \to \tilde{x}$ n'a d'autre but que de caractériser simplement la structure uniforme de $\mathfrak{R}$ en utilisant la métrique du segment $[-1, +1]$ ([2]).

13. Théorème I. — *Soit F un opérateur d'approximation parfait. Alors :*

1° $\mathbf{d}(F)$ *est continue sur* $\mathfrak{R}$;

2° *A tout entier naturel m on peut faire correspondre un entier naturel p tel que, quels que soient les éléments x et y de* $\mathfrak{R}$ (*avec* $x \leq y$), *on ait*

$$\tilde{x} - \tilde{y} < \frac{1}{p} \quad \to \quad \mathbf{sup}[F(\beta_x^y)] - \mathbf{inf}[F(\beta_x^y)] < \frac{1}{m} \quad ([3]).$$

14. Soit $]\mathfrak{R}[$ l'ensemble des intervalles (ouverts et non vides) de $\mathfrak{R}$. Si x et y sont les extrémités inférieure et supérieure d'un tel intervalle o, nous poserons $|\tilde{o}| = \tilde{y} - \tilde{x}$.

Nous désignerons par $]\mathfrak{Q}[$ l'ensemble des éléments de $]\mathfrak{R}[$ dont les extrémités appartiennent à $\mathfrak{Q}$.

([1]) D. Lacombe, *Comptes rendus*, 240, 1955, p. 2478.

([2]) Il aurait suffi pour cela de considérer, par exemple, la $\mathfrak{R}$-fonction $f(x) = (2/\pi)\operatorname{Arctg} x$. Mais la $\mathfrak{R}^3$-fonction **u** est continue (et récursive) non seulement en x, mais encore en a et b.

([3]) Si L_x^y et l_x^y sont respectivement la borne supérieure et la borne inférieure des valeurs prises par la fonction $\mathbf{d}(F)$ pour les valeurs de la variable comprises entre x et y, on a $\mathbf{inf}[F(\beta_x^y)] \leq l_x^y \leq L_x^y \leq \mathbf{sup}[F(\beta_x^y)]$, mais on n'a pas forcément le signe $=$.

15. Nous appellerons *fonction d'approche* toute application φ de $]\mathfrak{Q}[$ dans $]\mathfrak{Q}[$ telle que, quels que soient les éléments o et o' de $]\mathfrak{Q}[$, $o' \subset o \to \varphi(o') \subset \varphi(o)$.

16. Une fonction d'approche sera dite *parfaite* si, pour toute suite o_n d'éléments de $]\mathfrak{Q}[$ dont l'intersection est réduite à un point x, l'intersection des intervalles $\varphi(o_n)$ est aussi réduite à un point y.

On voit immédiatement que ce nombre y ne dépend que de x. Soit alors f la $\mathfrak{R}$-fonction qui à tout élément x de $\mathfrak{R}$ associe l'élément y ainsi défini. Nous dirons que f est la $\mathfrak{R}$-fonction *définie par* φ, et nous poserons $f = \mathbf{d}(\varphi)$.

17. Théorème II. — *Soit* φ *une fonction d'approche parfaite. Alors :*

1° $\mathbf{d}(\varphi)$ *est continue sur* $\mathfrak{R}$.

2° *A tout entier naturel m on peut faire correspondre un entier naturel p tel que, quel que soit l'élément o de* $]\mathfrak{Q}[$, $|\widetilde{o}| < 1/p \to |\widetilde{\varphi(o)}| < 1/m$.

18. On sait définir une classe particulière de semi-$\mathfrak{N}$-fonctions : les *semi-$\mathfrak{N}$-fonctions récursives* ([4]). Nous désignerons par $\mathfrak{S}^\star$ l'ensemble de toutes les semi-$\mathfrak{N}$-fonctions récursives, et nous poserons $\mathfrak{A}^\star = \mathfrak{A} \cap \mathfrak{S}^\star$ et $\mathfrak{P}^\star = \mathfrak{P} \cap \mathfrak{S}^\star$.

En utilisant d'autre part une numérotation récursive de $]\mathfrak{Q}[$, nous pouvons définir la classe des *fonctions d'approche récursives*.

19. On sait définir une classe particulière d'opérateurs : les opérateurs récursifs ([5]). On sait qu'un opérateur récursif est cohérent et applique $\mathfrak{S}^\star$ dans $\mathfrak{S}^\star$.

20. Un élément x de $\mathfrak{R}$ sera dit *récursif* s'il existe une approximation parfaite récursive φ (c'est-à-dire $\varphi \in \mathfrak{P}^\star$) telle que $x = \mathbf{déf}(\varphi)$. Nous désignerons par $\mathfrak{R}^\star$ l'ensemble de ces éléments. On a $\mathfrak{Q} \subset \mathfrak{R}^\star$. Pour $x \neq \pm\infty$, cette définition coïncide avec les définitions classiques des nombres réels récursifs ([6]).

21. Théorème III. — *Toute $\mathfrak{R}$-fonction qui est définie par un opérateur d'approximation parfait récursif peut aussi être définie par une fonction d'approche parfaite récursive, et réciproquement.*

Une telle $\mathfrak{R}$-fonction sera dite *récursive*.

Des théorèmes I (1°) et II (1°) il résulte que toute $\mathfrak{R}$-fonction récursive est continue. Il est d'autre part immédiat que toute $\mathfrak{R}$-fonction récursive applique $\mathfrak{R}^\star$ dans $\mathfrak{R}^\star$.

22. Théorème IV. — *Si dans le théorème* I *on suppose en plus F récursif, alors il existe une $\mathfrak{N}$-fonction récursive* θ *telle que le* 2° *soit satisfait en posant* $p = \theta(m)$.

Théorème V. — Analogue au théorème IV en remplaçant F par φ et le théorème I par le théorème II.

Il résulte de ces théorèmes que la continuité d'une $\mathfrak{R}$-fonction récursive est *récursivement uniforme*.

([4]) *Partial recursive functions* au sens de Kleene (*loc. cit.*, p. 326). « Récursif » est pris partout ici au sens de « récursif général ».

([5]) *Partial recursive schemes* (ou *functionals*) au sens de Kleene (*ibid.*).

([6]) Si φ est une approximation récursive non parfaite, les nombres réels $\mathbf{inf}(\varphi)$ et $\mathbf{sup}(\varphi)$ ne sont pas forcément récursifs.

ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES. — *Critère de stabilité pour des systèmes à coefficients constants.* Note (*) de M. **Hans Rudolf Schwarz**, présentée par M. Jean Leray.

La stabilité des solutions d'un système linéaire d'équations différentielles $y' = Ay$ à coefficients constants réels dépend des signes des parties réelles des racines caractéristiques de la matrice A. Une méthode est décrite qui permet de décider la question de stabilité à l'aide de transformations élémentaires appliquées à la matrice A sans calculer l'équation caractéristique.

1. *Critère de stabilité.* — La matrice réelle $A = (a_{ik})$ d'ordre n se laisse ramener à l'aide de transformations canoniques réelles à la forme réduite suivante :

$$N = \begin{bmatrix} 0 & b_{12} & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ -1 & 0 & b_{23} & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & b_{34} & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & . & . \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & b_{n-1n} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & -1 & b_{nn} \end{bmatrix}$$

Si les éléments b_{12}, b_{23}, b_{34}, ..., b_{n-1n}, $-b_{nn}$ sont tous positifs, les parties réelles des valeurs caractéristiques sont toutes négatives. Sinon, le nombres des membres positifs dans la suite b_{nn}, $b_{nn}b_{n-1n}$, $b_{nn}b_{n-1n}b_{n-2n-1}$, ..., $b_{nn}b_{n-1n}\dots b_{23}b_{12}$ est égal au nombre des racines caractéristiques à parties réelles positives. Ce dernier énoncé est une conséquence du critère de Wall (1) exprimé sous forme d'une fraction continue.

2. *Preuve.* — D'abord la méthode de Hessenberg (2) est appliquée à la matrice $-A$, qui mène à la matrice suivante :

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} & \dots & p_{1n-1} & p_{1n} \\ -1 & p_{22} & p_{23} & p_{24} & \dots & p_{2n-1} & p_{2n} \\ 0 & -1 & p_{33} & p_{34} & \dots & p_{3n-1} & p_{3n} \\ . & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & p_{n-1n-1} & p_{n-1n} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & -1 & p_{nn} \end{bmatrix}.$$

Celle-ci est la transformée canonique de A et a déjà la forme désirée au-dessous de la diagonale principale. Puis P est transformée en N par un nombre fini de transformations canoniques « à deux dimensions » annulant à chaque pas un élément. Soit T_{ij} la transformation canonique qui additionne α fois la $j^{\text{ième}}$ ligne à la $i^{\text{ième}}$ ligne et puis $-\alpha$ fois la $i^{\text{ième}}$ colonne à la $j^{\text{ième}}$ colonne,

(*) Séance du 27 juin 1955.

(1) *Cf.* H. S. Wall, *Continued fractions*, 1948, p. 182 et suiv.

(2) *Cf.* R. Zurmühl, *Matrizen*, 1950, p. 316 et suiv.

et soit (i, j) l'élément dans la $i^{\text{ième}}$ ligne et $j^{\text{ième}}$ colonne. La matrice T de T_{ij} a la forme

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \alpha & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \qquad T^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -\alpha & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix};$$

où α, respectivement $-\alpha$ dans T^{-1}, est placé dans la i^{eme} ligne et j^{eme} colonne. Les éléments de P sont annulés selon la règle suivante :

a. Tous les éléments (i, j) avec $i+j$ pair, $i \leqq j \leqq n-1$, colonne par colonne dans la suite $j = 1, 2, 3, \dots, n-1$; $T_{i,j+1}$, $\alpha = (i, j)$;

b. les éléments (i, n) avec $i+n$ pair, $i \leqq n-2$; $T_{i,n}$, $\alpha = -(i, n)/(n, n)$;

c. les éléments (i, j) avec $i+j$ impair, $i+3 \leqq j \leqq n$, colonne par colonne dans la suite $j = n, n-1, n-2, \dots, 5, 4$; $T_{i,j-1}$, $\alpha = -(i, j)/(j-1, j)$.

Le schéma ci-dessous illustre le procédé pour $n = 8$. Partant de la matrice P, les places dans la matrice sont numérotées (k) correspondant à la suite dans laquelle les éléments y sont annulés.

$$X = \begin{bmatrix} (1) & \mathbf{b_{12}} & (3) & (28) & (7) & (25) & (13) & (20) \\ \mathbf{-1} & (2) & \mathbf{b_{23}} & (5) & (27) & (10) & (23) & (17) \\ 0 & \mathbf{-1} & (4) & \mathbf{b_{34}} & (8) & (26) & (14) & (21) \\ 0 & 0 & \mathbf{-1} & (6) & \mathbf{b_{45}} & (11) & (24) & (18) \\ 0 & 0 & 0 & \mathbf{-1} & (9) & \mathbf{b_{56}} & (15) & (22) \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{-1} & (12) & \mathbf{b_{67}} & (19) \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{-1} & (16) & \mathbf{b_{78}} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{-1} & \mathbf{b_{88}} \end{bmatrix}$$

TOPOLOGIE. — *Sur les espaces fibrés analytiques complexes de fibre résoluble.*
Note de M. **Jean Frenkel**, présentée par M. Joseph Pérès.

Les principaux résultats obtenus dans une Note antérieure [1] subsistent pour une classe d'espaces de base plus générale que la classe des variétés de Stein.

1. Sur un espace topologique paracompact X, convenons d'appeler *faisceau de Fréchet* la donnée d'un faisceau $\mathcal{A}$ d'espaces vectoriels réels et, pour tout ouvert U de X, d'une topologie d'espace de Fréchet sur les $H^0(U, \mathcal{A})$, de manière que si $U' \subset U$, l'application canonique $H^0(U, A) \to H^0(U', \mathcal{A})$ soit continue. Si $\mathfrak{U}$ est un recouvrement ouvert localement fini de X, le $q^{\text{ième}}$ groupe de cohomologie $H^q(\mathfrak{U}, \mathcal{A})$ de $\mathfrak{U}$ à valeurs dans $\mathcal{A}$ est alors muni d'une topologie qui, *si elle est séparée*, en fait un espace de Fréchet.

Nous dirons qu'une résolution (I) : $0 \to \mathcal{F} \to \mathcal{A}^0 \xrightarrow{d} \dots \xrightarrow{d} \mathcal{A}^p \to \dots$ d'un

---

[1] J. Frenkel, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 40, où nous renvoyons pour les définitions.

faisceau $\mathcal{F}$ est une *résolution* (fine) *de Fréchet* si les faisceaux $\mathcal{A}^i$ sont des faisceaux (fins) de Fréchet et les applications $d : H^0(U, \mathcal{A}^i) \to H^0(U, \mathcal{A}^{i+1})$ sont continues ($i \geq 0$). $\mathcal{F}$ est alors un faisceau de Fréchet.

THÉORÈME 1. — *Soit* (I) *une résolution fine de Fréchet d'un faisceau* $\mathcal{F}$. *Supposons qu'il existe un recouvrement localement fini* $\mathfrak{U}$ *de* X *tel que*

(i) Pour toute intersection V d'ensembles de $\mathfrak{U}$, $H^q(V, \mathcal{F}) = 0$ si $q > 0$;

(ii) $H^q(\mathfrak{U}, \mathcal{F})$ est séparé pour $q = p$.

Alors $d : H^0(X, \mathcal{A}^{p-1}) \to H^0(X, \mathcal{A}^p)$ *est un homomorphisme* (*topologique*).

Exemples. — Les hypothèses sont remplies : 1° si X est une variété analytique complexe compacte, et (I) une résolution fine de Fréchet d'un faisceau analytique cohérent $\mathcal{F}$, induisant sur $\mathcal{F}$ la topologie quotient de la topologie de la convergence compacte des fonctions holomorphes [2]; 2° si $X = C^{n+1} - \{0\}$ (C, corps des complexes), $\mathcal{F}$ étant le faisceau des germes de fonctions holomorphes, et $\mathcal{A}^p$ le faisceau des germes de formes différentielles indéfiniment différentiables de type $(0, p)$, muni de l'opérateur d'' [3] et de la topologie de la convergence compacte de chaque dérivée : on recouvre X par les U_i : $\{z = (z_0, \ldots, z_n) \mid z_i \neq 0\}$.

2. Soient I et Λ deux ensembles finis d'indices (éventuellement vides), et D une variété de Stein (éventuellement réduite à un point). Soit

$$X = D \times \Pi_{i\in I} X_i \times \Pi_{\lambda\in\Lambda} Y_\lambda, \qquad \text{où} \quad X_i = C^{d(i)+1} - \{0\}$$

et Y_λ est un espace projectif complexe de dimension (complexe) $d(\lambda)$. Désormais « groupe » signifiera « groupe de Lie complexe ». Soit $\mathcal{F}$ le faisceau des germes de fonctions holomorphes sur X, et, plus généralement, $\mathcal{V}_m$ le faisceau des germes de sections d'un espace fibré analytique à fibre vectorielle V, d'espace principal associé m, de groupe structural M. Sans diminuer la généralité, nous supposerons $d(i) \neq 0$.

LEMME. — $H^p(X, \mathcal{F}) = 0$ *sauf si p est nul ou de la forme* $p = \Sigma_{i\in J\subset I}\, d(i)$ *auquel cas c'est un espace de Fréchet de dimension infinie.*

THÉORÈME 2. — *Soit* M *un groupe connexe résoluble. Supposons* $d(i) \neq 1$ *pour tout i; alors* $H^p(X, \mathcal{V}^m) = 0$, *sauf si p est nul ou de la forme*

$$p = \Sigma_{i\in J\subset I}\, d(i) + \Sigma_{\lambda\in\Gamma\subset\Lambda}\, d(\lambda).$$

Les démonstrations utilisent un « théorème de Künneth topologique » dû à A. Grothendieck [4], applicable en vertu du théorème 1.

---

(2) Pour la définition précise de la topologie de $\mathcal{F}$ et le fait que les hypothèses sont remplies, *cf.* H. CARTAN et J.-P. SERRE, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 128. *Cf.* une autre démonstration du fait que d est un homomorphisme *in* J.-P. SERRE, *Com. Math. Helv.*, 29, 1955, prop. 6.

(3) *Voir* par exemple, J.-P. SERRE, *Com. Math. Helv.*, ci-dessus.

(4) *Voir* Séminaire Schwartz (polycopié), 1953-1954, exposé 24.

3. Applications. — Théorème 3. *Supposons tous les* $d(i) \neq 1$. *Alors tout espace fibré-analytique sur* X, *principal, de groupe résoluble, topologiquement trivial, est analytiquement trivial; si deux espaces fibrés-analytiques sur* X, *principaux, de groupe nilpotent, sont topologiquement* X-*isomorphes, ils le sont analytiquement.*

Théorème 3′. — *Supposons tous les* $d(i)$ *et tous les* $d(\lambda) \neq 1$. *Alors, si deux espaces fibrés-analytiques sur* X, *principaux, de groupe résoluble connexe, sont topologiquement* X-*isomorphes, ils le sont analytiquement.*

Théorème 4. — *Supposons tous les* $d(i) \neq 2$, *l'un au plus étant égal à* 1. *Alors tout espace fibré principal sur* X *de groupe nilpotent peut être muni d'une structure analytique compatible avec sa structure fibrée.*

Théorème 4′. — *Supposons tous les* $d(i) > 2$, *et tous les* $d(\lambda) \neq 2$, *l'un au plus étant égal à* 1. *Alors tout espace fibré principal sur* X *de groupe résoluble connexe peut être muni d'une structure analytique compatible avec sa structure fibrée.*

Supposons maintenant que le groupe *résoluble connexe* G *opère* (¹) dans le groupe *résoluble* M, et soit M^g un espace fibré-analytique sur X, de fibre M, de groupe G, et d'espace principal associé g.

Théorème 5. — *Supposons tous les* $d(i)$ *et tous les* $d(\lambda) \neq 1$. *Alors, si deux sections analytiques de* M^g *sont continûment homotopes, elles le sont analytiquement* (¹); *en outre, il y a toujours une section analytique de* M^g *homotope à une section continue donnée.*

4. Les restrictions faites sur les $d(i)$, $d(\lambda)$ sont nécessaires dans les théorèmes 3 et 3′ pour que la conclusion subsiste quelle que soit la nature topologique de l'espace fibré envisagé : il est facile, si $d(i) = 1$, de donner des exemples d'espaces fibrés-analytiques sur X, de groupe C, qui ne sont pas analytiquement triviaux.

Si tous les $d(i)$ sont $\neq 1$, considérons les espaces fibrés-analytiques principaux sur X ayant pour groupe le groupe S des similitudes planes. Du point de vue topologique, un tel espace E est, de même que l'espace fibré principal e ayant pour groupe le groupe multiplicatif des complexes qu'il définit, caractérisé par un système d'entiers $[c, (c_\lambda)_{\lambda \in \Lambda}]$ [nous conviendrons que $C^{n+1} - \{0\}$ fibré sur $P_n(C)$ a la classe caractéristique $+1$]. Alors, *si pour tout* λ *tel que* $d(\lambda) = 1$, *on a* $c_\lambda \leq 1$, *tout espace fibré-analytique topologiquement* X-*isomorphe à* E *l'est aussi analytiquement; si au contraire il existe au moins un* λ *avec* $d(\lambda) = 1$ *et* $c_\lambda \geq 2$, *il existe une infinité d'espaces fibrés-analytiques distincts, topologiquement* X-*isomorphes à* E. Leur invariant analytique est une classe d'intransitivité du groupe des fonctions holomorphes inversibles sur X opérant sur $H^1(X, \mathcal{C}^e)$.

On notera enfin que la structure de produit semi-direct de S et le théorème 4 assurent qu'un espace fibré-principal topologique sur X de groupe S peut être muni d'une structure analytique sans qu'il soit besoin de faire des restrictions sur les $d(\lambda)$.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur la définition intrinsèque des vecteurs tangents*. Note (*) de M. **Georges Papy**, présentée par M. Jean Leray.

1. Claude Chevalley ([1]), a donné une définition intrinsèque des vecteurs tangents à une variété analytique. On va montrer que si l'on adapte, de façon naturelle ([2]), cette définition au cas des variétés de classe C^1, on obtient un espace tangent infinidimensionnel, quelle que soit la dimension finie n de la variété.

2. Soit V une variété réelle de classe C^1 et de dimension n.

Soit p un point (fixe) de V.

Soit A_0 l'anneau des germes de fonctions (à valeurs réelles) continues en p et de classe C^1 en tout point distinct de p d'un certain voisinage de p qui peut dépendre de la fonction.

Soit A_0^0 l'idéal maximal de A_0 formé des germes de A_0 qui s'annulent en p.

Soit R le corps des nombres réels qui seront canoniquement identifiés aux germes de fonctions constantes au voisinage de p.

On a $A_0 = R \oplus A_0^0$.

Dans la suite, on confondra, sans dommage, germes et fonctions au voisinage de p.

Soient x et y des cartes locales en p; soient x^i et y^i leurs coordonnées locales respectives; soient V_x et V_y les sous-vectoriels de A_0^0 engendrés par les $\Delta x^i = x^i - x^i(p)$ et les Δy^i, respectivement.

Comme V est de classe C^1, l'idéal d'algèbre $V_x A_0$ de A_0^0 (ou de A_0), engendré par les Δx^i coïncide avec l'idéal $V_y A_0$ engendré par les Δy^i.

On pose $A_1^0 = V_x A_0 = V_y A_0$ et $A_1 = R \oplus A_1^0$. L'anneau A_1 est alors l'anneau des germes de classe C_1 au voisinage de p.

On pose, enfin, $Q_1^0 = (A_1^0)^2$ et $Q_1 = R \oplus Q_1^0$.

3. On désigne par δ l'homomorphisme canonique d'espace vectoriel δ :

$$A_1 \to \frac{A_1}{Q_1}.$$

Cet homomorphisme participe, à deux points de vue, de la notion de différentielle :

a. C'est une différence approchée, en ce sens que $\delta = \tau \circ \Delta$, où τ est un homomorphisme d'algèbre.

(*) Séance du 27 juin 1955.

([1]) *Theory of Lie Groups*, Princeton University Press, 1946, p. 76.

([2]) Chern, *Topics in differential Geometry*, The Institute for advanced Study, Princeton, 1951, p. 14-15.

C'est ce qui résulte du schéma

$$A_1 \xrightarrow{\Delta} \frac{A_1}{R} \cong A_1^0 \xrightarrow{\tau} \frac{A_1^0}{Q_1^0} \cong \frac{A_1}{Q_1},$$

où les $\cong$ désignent des identifications canoniques.

b. L'homomorphisme ∂ satisfait à la règle du produit

$$\partial(fg) = f(p).\partial g + \partial f.g(p)$$

qui résulte de $\Delta(fg) = \Delta f.\Delta g + f(p).\Delta g + \Delta f.g(p)$ et du fait que $\tau(\Delta f.\Delta g) = 0$, puisque Δf et Δg appartiennent à A_1^0.

L'homomorphisme ∂ se distingue de la notion usuelle de différentielle parce que l'espace image $\partial A_1 = A_1/Q_1 \cong A_1^0/Q_1^0$ est infinidimensionnel.

En effet, si l'on désigne par $\tilde{A}_0$ et $\tilde{A}_1^0$ les sous-anneaux formés des fonctions de A_0 et de A_1^0 qui, dans la carte x, s'expriment comme fonctions de x^1, seulement, il vient

$$\frac{A_1^0}{Q_1^0} = \frac{V_x A_0}{V_x A_1^0} \supseteq \frac{[x^1 - x^1(p)]\tilde{A}_0 + V_x A_1^0}{V_x A_1^0} \cong \frac{[x^1 - x^1(p)]\tilde{A}_0}{[x^1 - x^1(p)]\tilde{A}_1^0} \cong \frac{\tilde{A}_0}{\tilde{A}_1^0}.$$

Or, les fonctions

$$[x^1 - x^1(p)] \sin \frac{2^k \pi}{x^1 - x^1(p)} \qquad (k = 1, 2, \ldots)$$

appartiennent à $\tilde{A}_0$, mais aucune de leurs combinaisons linéaires non triviales, à coefficients réels, n'appartiennent à $\tilde{A}_1^0$. Donc $\dim(A_1/Q_1) = \infty$.

4. Le dual algébrique $(A_1/Q_1)^*$ de ∂A_1 est canoniquement identifiable au sous-vectoriel $Q_1^\perp$ de A_1^*, orthogonal à Q_1. Il suit que $\dim Q_1^\perp = \infty$. Or, les éléments de $Q_1^\perp$ sont les formes linéaires sur A_1 qui s'annulent sur Q_1. Il est alors immédiat que tout $t \in Q_1^\perp$ satisfait à la règle du produit

$$t(fg) = tf.g(p) + f(p).tg$$

et les éléments de l'espace infinidimensionnel $Q_1^\perp$ sont des vecteurs tangents au sens de Chevalley-Chern, ce qui établit la proposition annoncée.

ASTROPHYSIQUE. — *Instabilité d'une masse fluide étendue*. Note (*) de M. **Evry Schatzman** et Mlle **Nicole Bel**, présentée par M. André Danjon.

On étudie les conditions d'instabilité gravitationnelle d'une perturbation sinusoïdale plane dans un milieu indéfini, de densité et de pression uniforme, en rotation non uniforme.

Soit $\omega(r)$ la vitesse angulaire de rotation du milieu. On considère dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation, un système d'axes rectangulaires,

(*) Séance du 27 juin 1955.

centrés à la distance r_0 de l'axe et tournant avec la vitesse angulaire constante $\omega(r_0)=\omega_0$. On suppose la perturbation isotherme et la loi des gaz parfaits applicable. ρ_0, $\delta\rho$, (u, v) désignant respectivement la masse spécifique du milieu non perturbé, la variation de cette masse due à la perturbation et les composantes de la vitesse relative de la perturbation, on pose

$$\delta\rho = a\, e^{i(\alpha x+\beta y+\sigma t)},\qquad u = \mathrm{A}\, e^{i(\alpha x+\beta y+\sigma t)},\qquad v = \mathrm{B}\, e^{i(\alpha x+\beta y+\sigma t)}.$$

On notera que la perturbation, en général, n'est pas irrotationnelle. Les équations de la perturbation s'écrivent, après linéarisation

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &i\rho_0\sigma\mathrm{A} - 2\omega_0\rho_0\mathrm{B} + ia\alpha\left(\frac{\mathrm{RT}}{\mu} - \frac{4\pi\mathrm{G}\rho_0}{\alpha^2+\beta^2}\right) = 0,\\ &\rho_0(2\omega_0 + r_0\omega'_0)\mathrm{A} + i\rho_0\sigma\mathrm{B} + ia\beta\left(\frac{\mathrm{RT}}{\mu} - \frac{4\pi\mathrm{G}\rho_0}{\alpha^2+\beta^2}\right) = 0,\\ &\rho_0\alpha\mathrm{A} + \rho_0\beta\mathrm{B} + a\sigma = 0. \end{aligned}\right.$$

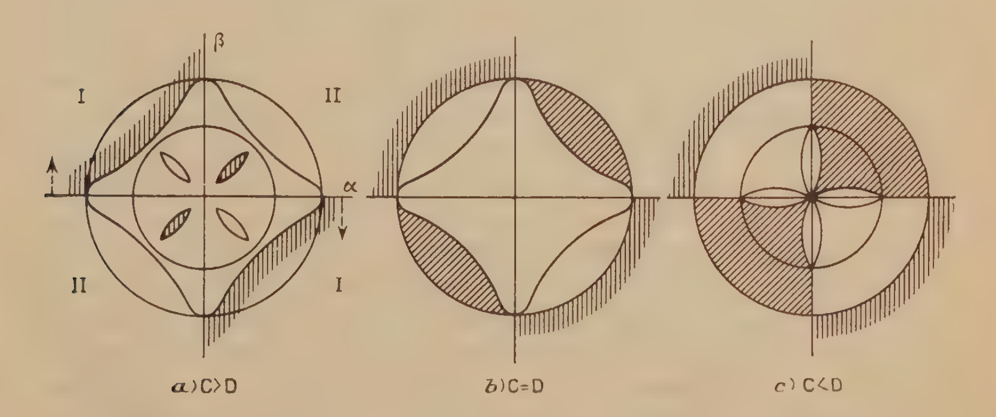
La condition de compatibilité est

$$(2)\qquad -\sigma^3 + \sigma + \left[(\alpha^2+\beta^2)\left(\frac{\mathrm{RT}}{\mu} - \frac{4\pi\mathrm{G}\rho_0}{\alpha^2+\beta^2}\right) + 4\omega_0^2 + 2r_0\omega_0\omega'_0\right] + i\alpha\beta r_0\omega'_0\left(\frac{\mathrm{RT}}{\mu} - \frac{4\pi\mathrm{G}\rho_0}{\alpha^2+\beta^2}\right) = 0.$$

Les solutions de (2) à partie imaginaire négative correspondent à l'instabilité :

Premier cas : $\omega'_0 = 0$ si $\pi\mathrm{G}\rho_0 \leq \omega_0^2$ toute perturbation est stable si $\pi\mathrm{G}\rho_0 > \omega_0^2$ les perturbations instables correspondent à $\alpha^2+\beta^2 < 4\mu(\pi\mathrm{G}\rho_0 - \omega_0^2)/\mathrm{RT}$.

Deuxième cas : $\omega'_0 \neq 0$. — Les résultats dépendent des valeurs respectives de $\mathrm{C} = 4\pi\mathrm{G}\rho_0 - 4\omega_0^2 - 2r_0\omega_0\omega'_0$ et $\mathrm{D} = 4\pi\mathrm{G}\rho_0$. Ils ont été établis pour $\omega'_0 < 0$. La discussion est résumée dans la figure 1.



Si ω'_0 est positif, le résultat est analogue à celui de la figure 1 c.

Les régions hachurées correspondent aux perturbations stables. Les régions voisines de l'origine correspondent à l'influence dominante de la gravitation. Les perturbations de petites longueurs d'onde, correspondant aux régions loin de l'origine, sont stables vis-à-vis de la rotation différentielle.

Le calcul effectué pour les données galactiques au voisinage du Soleil conduit à un résultat analogue à celui de la figure 1 *c*.

ASTROPHYSIQUE. — *Observations aériennes de l'éclipse de Soleil du* 20 *juin* 1955. Note de MM. **Raymond Michard** et **Michel Trellis**, présentée par M. André Danjon.

Une éclipse totale de Soleil de durée exceptionnelle avait lieu le 20 juin 1955. La ligne de totalité coupait Ceylan, la Thaïlande, le Sud-Vietnam à la hauteur du 15ᵉ parallèle, les Philippines. Dans toutes ces régions les probabilités de beau temps au sol étaient faibles par suite de la mousson. En revanche cette éclipse de 7 mn, se produisant au minimum de l'activité solaire, semblait favorable à la détection du halo zodiacal (couronne F) à des distances angulaires du Soleil plus grandes que celles communément atteintes : il fallait pour cela observer dans des conditions d'exceptionnelle pureté du ciel afin de réduire la lumière parasite due aux diffusions dans notre atmosphère, conditions que l'on ne peut trouver qu'à haute altitude.

En novembre 1954, le Secrétaire d'État à l'Air décidait, sur l'intervention du Comité d'Action scientifique de la Défense Nationale, de mettre à la disposition du Bureau des Longitudes un avion, un équipage militaire et un observateur du Bureau Scientifique de l'Armée de l'Air, afin d'étudier l'éclipse en Indochine, à 8 000 m d'altitude. L'appareil choisi était un avion-cargo *Nord* 2501, qui peut atteindre sans difficulté cette altitude, et dont la vaste soute permettait une installation commode des instruments astronomiques. Les photographies devant être prises au voisinage du zénith, des ouvertures spéciales, munies de portes, furent pratiquées dans la partie supérieure de la carlingue : la Société Nationale de Construction Aéronautique du Nord effectua ces travaux et coopéra utilement au montage des appareils dans l'avion.

Le programme comportait la photométrie et la polarimétrie en trois couleurs (λ 5 500, 6 400 et 8 000 Å) de la couronne et du halo zodiacal. Trois chambres photographiques étaient prévues, de distances focales 600, 230 et 50 mm, l'ouverture relative et le champ croissant de la première à la troisième : la première chambre était destinée à l'étude de la couronne proprement dite, la dernière à la photographie du ciel jusqu'à 40° du Soleil, l'autre aux régions intermédiaires (jusqu'à 10° du Soleil). Pour ces deux

dernières chambres des précautions spéciales, destinées à éviter la diffusion instrumentale de l'intense lumière de la couronne interne avaient été prises.

L'ensemble de ces appareils était monté sur un support mobile complété par une lunette de visée : un observateur s'efforçait de maintenir la couronne centrée sur un repère convenable, malgré les petites oscillations de l'aéronef.

Les observations qui ont pu être prolongées durant 8 mn grâce à la vitesse de l'avion, ont été contrariées par divers incidents : présence d'un voile notable de cirrus, bien que l'avion ait permis de choisir le lieu d'observation dans une zone d'éclaircie relative; panne mécanique de la chambre à grand champ; insuffisance du guidage. Cependant, les 16 clichés obtenus permettront sans doute de préciser la répartition de la brillance et de la polarisation coronales aux distances de l'astre comprises entre 3 fois et 15 fois son diamètre apparent, ceci en lumières jaune et infrarouge au moins. Quelques renseignements nouveaux relatifs aux poussières diffusantes du milieu interplanétaire pourront éventuellement être obtenus.

ÉLECTROTECHNIQUE. — *Sur la séparation des pertes magnétiques dans un moteur asynchrone d'induction monophasé fonctionnant à vitesse variable.* Note (*) de MM. **Max Teissié-Solier** et **Yvon Surchamp**, transmise par M. Charles Camichel.

L'étude du réglage de la vitesse d'un moteur asynchrone d'induction monophasé à l'aide d'un dispositif permettant la récupération de la puissance de glissement libérée par le secondaire [1], a conduit les auteurs à effectuer une séparation des pertes magnétiques de cette machine.

Afin de séparer les pertes magnétiques des armatures primaire et secondaire d'un moteur asynchrone monophasé fonctionnant à vitesse variable, nous avons utilisé une machine triphasée, dont deux phases seulement du bobinage primaire étaient alimentées en série. La présence de la troisième phase permettait, pour faciliter certaines vérifications, de réaliser quelques fonctionnements complémentaires. Le bobinage du secondaire était lui-même triphasé.

Les pertes magnétiques du primaire ont été mesurées, en assurant une alimentation triphasée de ses enroulements tandis que le secondaire fonctionnant à circuit ouvert, était entraîné par un moteur auxiliaire, à la vitesse de synchronisme N, dans le sens du flux tournant primaire.

A partir des résultats de ces essais, effectués à diverses fréquences et pour

(*) Séance du 27 juin 1955.

[1] *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 2196.

différentes inductions, il a été possible de calculer l'induction maximum B_m dans le stator, ainsi que les constantes α et β qui permettent de définir les pertes par courants de Foucault p_F et par hystérésis p_H du primaire par les relations

$$p_F = \alpha f^2 B_m^2 \quad \text{et} \quad p_H = \beta f B_m^x.$$

Il est à noter que : d'une part, α et β peuvent être obtenus, si le primaire n'est pas triphasé, en assurant l'alimentation du moteur par l'enroulement triphasé du secondaire; d'autre part, on montre facilement que l'induction maximum au primaire alimenté en monophasé est égale à celle donnée par une alimentation triphasée, lorsque la tension entre phases reste la même.

Des essais analogues aux précédents, réalisés avec le moteur à l'arrêt nous ont permis d'obtenir la valeur de l'induction B_{r_m} au rotor, ainsi que les constantes α' et β' caractéristiques des pertes magnétiques de cette armature.

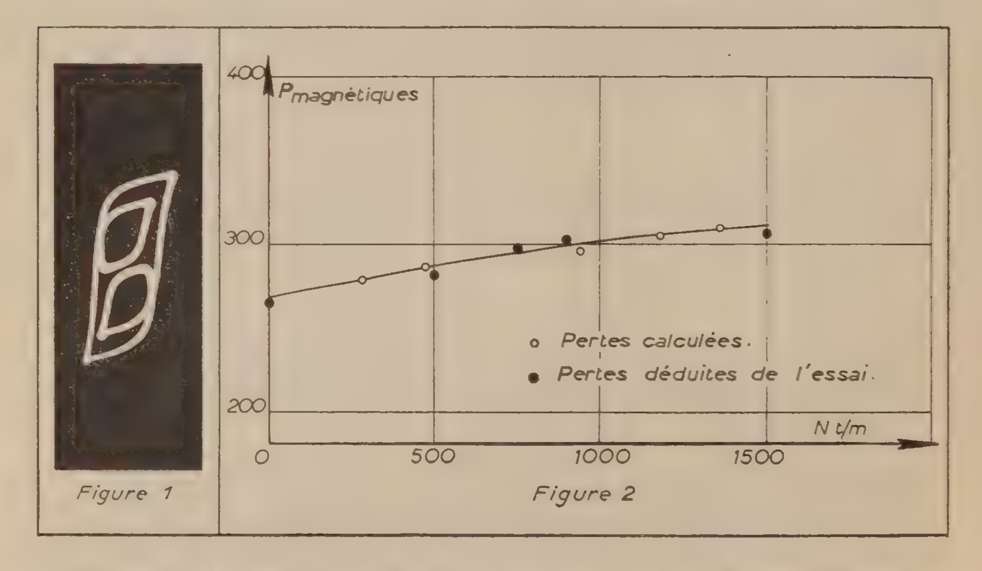


Figure 1 Figure 2

Utilisant ces renseignements, les pertes par courants de Foucault du secondaire se calculent en considérant le flux alternatif comme résultant de la superposition de deux flux tournants.

Par contre, les pertes par hystérésis calculées p'_{H_c} pour le secondaire, à partir de β' ne représentent pas les pertes réelles p'_{H_r}, la variation de l'induction en fonction du temps dans cette armature n'étant pas sinusoïdale.

Pour obtenir ces pertes réelles, nous avons dû définir un coefficient de correction K. Sa valeur a été obtenue en comparant pour diverses vitesses du secondaire correspondant à des cycles d'hystérésis de forme assez simple, donc à des rapports $(2-g)/g$ qui sont les premiers nombres entiers, les aires St de cycles théoriques et Sr de cycles réels. K désignant le rapport Sr/St il vient

$p'_{H_r} = p'_{H_c} \times K$. Étant donné les courants de fréquence gf et $(2-g)f$ dans le secondaire, les cycles étudiés présentent, suivant les vitesses, plusieurs boucles. La figure 1 est relative à la vitesse N/2 du secondaire. Les résultats ci-dessus conduisent à des conclusions analogues à celles de MM. Greig et Shurmser [2].

Pour vérifier enfin que la somme des pertes magnétiques ainsi obtenues représentait bien, aux diverses vitesses, les pertes globales correspondantes, nous avons alimenté le secondaire du moteur étudié, dont le primaire était fermé en court-circuit, par une deuxième machine asynchrone. Cette dernière, entraînée à vitesse variable par un moteur auxiliaire, était excitée au primaire monophasé par une tension alternative, tandis que son secondaire triphasé était électriquement relié à celui du moteur étudié.

La puissance absorbée par celui-ci permettait d'obtenir, après correction des pertes mécaniques, par effet Joule et supplémentaires, la valeur globale des pertes magnétiques du moteur soumis à l'essai. La courbe figure 2 montre la bonne concordance des pertes magnétiques calculées et de celles déduites de l'essai ci-dessus, dont le résultat est bien de placer le moteur dans des conditions magnétiques semblables à celles qui correspondent à sa marche à vitesse variable.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Un filtre à bande passante très étroite réglable d'après le principe de l'interféromètre Pérot et Fabry*. Note (*) de MM. **Gaston Raoult** et **Jean-Claude Pecker**, transmise par M. Eugène Darmois.

Nous nous sommes proposés de réaliser un amplificateur à bande passante très étroite en généralisant le principe de l'interféromètre de Pérot et Fabry aux fréquences de la radioélectricité.

Le schéma de principe de cet appareil comporte essentiellement deux chaînes déphaseuses connectées suivant la figure I. Une lampe mélangeuse additionne le signal incident s et le signal de sortie S′ des deux chaînes placées en série. Le signal de sortie S de l'amplificateur est pris entre les deux chaînes.

Si l'on pose entre le signal d'entrée et de sortie d'une chaîne déphaseuse la relation $S' = SR_n e^{j\varphi_n}$, R_n étant l'amplification et φ_n le déphasage, on voit que l'on peut écrire

$$\begin{cases} S = (s + S') R_n e^{j\varphi_n} \\ S' = SR_n e^{j\varphi_n} \end{cases}$$

d'où nous tirons le rapport s/S inverse du gain de l'amplificateur ainsi constitué

(2) *Soft Magnetic Materials for telecommunications*, Pergamon Press, London.

(*) Séance du 20 juin 1955.

$s/S = G\,e^{ja}$ avec

$$\begin{cases} G^2 = \left(R_n - \dfrac{1}{R_n}\right)^2 + 4\sin^2\varphi_n \\ \operatorname{tg} a = \dfrac{R_n^2 + 1}{R_n^2 - 1}\operatorname{tg}\varphi_n. \end{cases}$$

La chaîne déphaseuse est composée de n étages identiques formés d'une cascade de trois circuits capacité-résistance et d'une lampe amplificatrice (*fig.* 2).

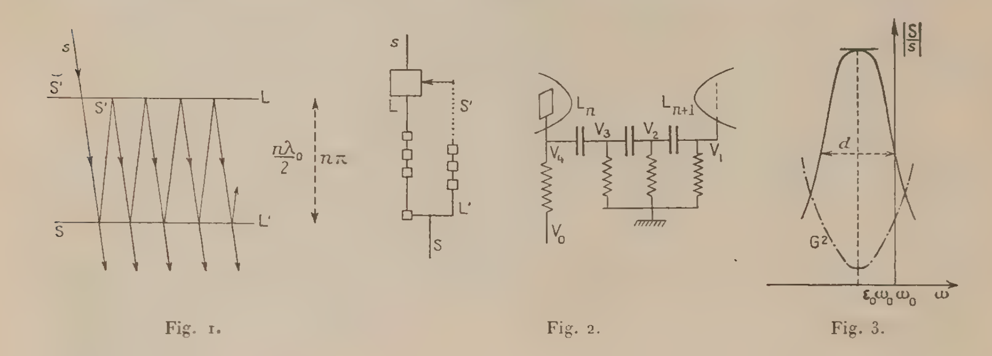


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Si l'on pose $k = 1/CR\omega$, on a

$$V_4 = V_1[1 - 5k^2 + jk(k^2 - 6)].$$

Cela correspond à un déphasage φ et un affaiblissement r donnés par les formules

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{k(k^2-6)}{(1-5k^2)} \qquad \text{et} \qquad r^2 = (1-5k^2)^2 + k^2(k^2-6)^2.$$

Pour obtenir un déphasage de 180°, il faut avoir

$$k^2 = 6, \qquad k = k_0 = \sqrt{6}; \qquad r = r_0 = 29.$$

Si la lampe qui suit possède un gain de 29 ($g = 29$), le signal est transmis sans affaiblissement à l'étage suivant, et déphasé de 360°.

Posons $\omega = \omega_0(1+\varepsilon)$ des développements limités donnent, si ω_0 est la pulsation pour laquelle $k = k_0$

$$\begin{cases} \operatorname{tg}\varphi = 1{,}01\,\varepsilon + 2{,}6\,\varepsilon^2 \qquad \text{soit à la même précision} \qquad \varphi = 1{,}01\,\varepsilon + 2{,}6\,\varepsilon^2, \\ r^2 = \overline{29}^2\,(1 - 4{,}14\,\varepsilon - 11{,}5\,\varepsilon^2). \end{cases}$$

Ce qui permet d'écrire les valeurs de R_n et de φ_n

$$\varphi_n = 2n\pi + 1{,}01\,n\varepsilon + 2{,}6\,n\varepsilon^2,$$

$$R_n^2 = \left(\frac{g}{29}\right)^{2n}(1 - 4{,}14\,n\varepsilon - 3n\varepsilon^2 - 8{,}5\,n^2\varepsilon^2),$$

$$\frac{1}{R_n^2} = \left(\frac{29}{g}\right)^{2n}(1 - 4{,}14\,n\varepsilon + 3n\varepsilon^2 + 8{,}5\,n^2\varepsilon^2).$$

Tous calculs terminés, et en appelant

$$A = \left(\frac{g}{29}\right)^n - \left(\frac{29}{g}\right)^n, \qquad B = \left(\frac{g}{29}\right)^n + \left(\frac{29}{g}\right)^n,$$

il vient

$$G^2 = A^2 - 4,14\,n\,AB\varepsilon + [AB(3n + 8,5n^2) + 21,1\,n^2]\varepsilon^2$$

et en se limitant au premier ordre pour $\operatorname{tg} a$,

$$\operatorname{tg} a = \frac{nB\varepsilon}{A}\left[1,01 + \left(2,6 - \frac{8,36\,n}{AB}\right)\varepsilon\right].$$

On remarque que le maximum du gain (minimum de G^2) est obtenu pour une fréquence légèrement différente de celle pour laquelle le déphasage est $2n\pi$, la valeur de ε étant $\varepsilon = \varepsilon_0' = 2,07\,AB/[AB(3n + 8,5n^2) + 21,1n^2]$ et le minimum de G^2 peu différent de $2A^2$. La largeur de la bande passante, calculée pour un gain moitié, donc pour une valeur de G quatre fois plus grande, est en supposant A petit

$$d = \frac{A}{6n} \# 2\varepsilon_0 \quad \text{(figure 3)} \quad d = \frac{d\omega}{\omega_0}.$$

La bande passante est d'autant plus fine que n est grand et que A est petit, si A est nul : le gain des lampes réglé de telle façon que le gain résultant pour une chaîne soit égal à l'unité, nous avons $\varepsilon_0 = 0$ et la largeur de bande est théoriquement nulle (on a $G^2 = 21,1\,N^2\varepsilon^2$). En réalité, dans ce cas nous aurions accrochage.

Si nous donnons à A la valeur 1/100 et avec $n = 10$, ce qui est raisonnable, on voit que $\varepsilon_0 = 10^{-4}$ et $d = 2.10^{-4}$.

Comme les calculs sont exactement les mêmes que pour l'interféromètre de Pérot et Fabry, nous voyons que l'épaisseur ne correspond pas rigoureusement à un nombre entier de longueurs d'onde, du fait que le coefficient de réflexion dépend de celle-ci. Un calcul approché montre une influence de ce phénomène de l'ordre de 10^{-10} de la longueur d'onde.

L'amplificateur dont nous venons de parler, avec 10 étages, est actuellement en construction, et nous avons l'intention de l'utiliser dans un détecteur de la lumière polarisée de la couronne solaire (coronomètre).

OPTIQUE. — *Compensateur biréfringent à grand champ*. Note (*) de MM. **Maurice Françon** et **Bernard Sergent**, transmise par M. Jean Cabannes.

On emploie généralement le compensateur de Babinet en lumière parallèle pour la mesure d'une différence de marche produite par une lame

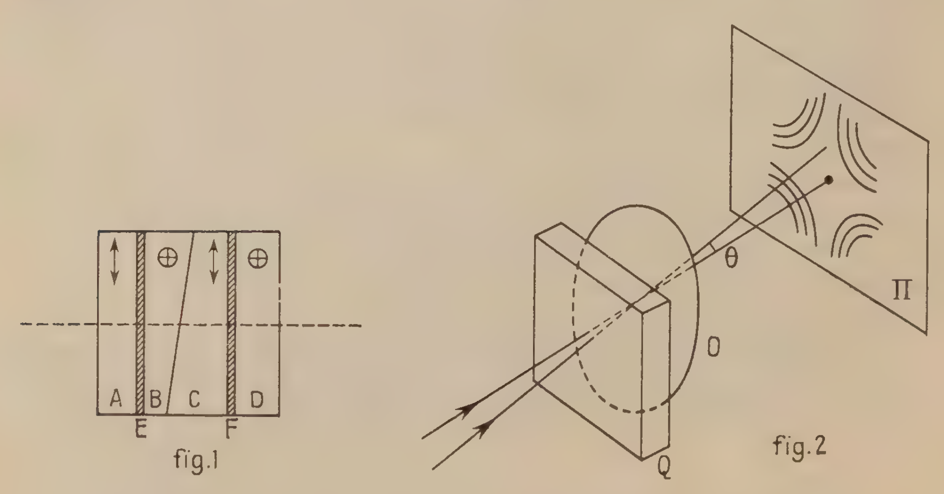
(*) Séance du 27 juin 1955.

cristalline. Si on l'utilise en lumière même peu convergente le champ est limité par les lignes isochromatiques qui sont des hyperboles : l'ordre d'interférences varie d'une façon continue dans tout le champ et introduit des erreurs dans les observations. Il est possible d'éviter cet inconvénient au moyen des combinaisons suivantes utilisant des lames taillées parallèlement à l'axe :

1. Si l'on remplace une lame cristalline d'épaisseur e par deux lames identiques d'épaisseurs $e/2$ croisées en interposant une lame demi-onde, les biréfringences des deux lames s'ajoutent tandis que leurs variations qui sont de signes contraires se compensent en grande partie. Les lignes isochromatiques deviennent des cercles et le champ obtenu est 26 fois plus grand que celui d'une lame simple pour du quartz.

2. On obtient un résultat analogue en remplaçant une lame cristalline par deux lames taillées l'une dans un cristal positif (quartz), l'autre taillée dans un cristal négatif (spath), le rapport des épaisseurs étant convenable.

3. Un troisième système consiste à superposer une lame taillée dans un premier cristal et deux lames d'axes croisés taillées dans un deuxième cristal de signe contraire à celui du premier. Le choix des épaisseurs étant déterminé.



Ces différents systèmes ont été indiqués et utilisés par B. Lyot dans son filtre monochromatique polarisant. Ils peuvent être employés pour réaliser un compensateur du type Babinet à grand champ. En adoptant, par exemple la première solution on a la figure 1. Les quatre lames A, B, C, D sont quatre lames de quartz. Les lames A et D sont identiques et leur épaisseur est égale à l'épaisseur moyenne des deux lames prismatiques B et C. Ces deux lames sont également identiques et leur ensemble forme

une lame à faces parallèles. Les axes des lames C et D sont tournés de 90° par rapport à ceux des lames A et B. Entre A et B et entre C et D sont intercalées deux lames demi-ondes E et F dont les axes sont à 45° des axes des lames en quartz.

Le compensateur formé par ces lames montre des franges en lumière blanche comme dans le compensateur de Babinet ou le prisme de Wollaston et localisées également sur la face inclinée communes aux lames B et C. Avec un compensateur de Babinet ou de Wollaston la différence de marche varie rapidement avec l'inclinaison des rayons. Sur la figure 2 le compensateur de Babinet Q (ou le prisme de Wollaston) est traversé par un faisceau convergent de lumière en formant l'image d'une source étroite sur Q. Un objectif O placé derrière Q montre dans son plan focal π les lignes isochromatiques des lames taillées parallèlement à l'axe. Ce sont des hyperboles et le champ angulaire θ correspondant à une différence de marche pratiquement constante, c'est-à-dire à une teinte uniforme est petit.

Si on remplace le compensateur de Babinet ou de Wollaston par le nouveau compensateur on obtient un champ 26 fois plus grand et l'on peut utiliser un faisceau de lumière fortement convergent.

Le compensateur à grand champ peut être employé en microscopie interférentielle où grâce à ses propriétés il est possible de le placer dans l'oculaire du microscope.

Des montages interférentiels simples peuvent être réalisés pour l'étude des défauts d'homogénéité ou des défauts de poli dans le domaine macroscopique. Des larges surfaces peuvent être étudiés.

OPTIQUE CRISTALLINE. — *Luminescence de cristaux aux basses températures. IX. Transitions* $T \rightarrow S$ *du benzène.* Note (*) de MM. **Paul Pesteil** **Adnan Zmerli** et Mme **Louise Pesteil**, présentée par M. Jean Cabannes.

Étude de la structure vibrationnelle des deux spectres de luminescence du benzène cristallisé à 20° K; on est conduit à admettre que les deux niveaux électroniques excités ont, respectivement, les symétries $^3B_{1u}$ et $^3E_u^-$.

La transition $T \rightarrow S$ du benzène cristallisé à 20° K située vers 3 400 Å a fait l'objet d'une Note récente (1). Nous donnons maintenant les résultats concernant la structure vibrationnelle et l'attribution d'un deuxième spectre qui va de 2 700 à 3 200 Å. Ce spectre a été obtenu en même temps que celui déjà décrit; l'excitation provenait d'une lampe à vapeur de mercure dont le

(*) Séance du 27 juin 1955.

(1) *Comptes rendus*, **240**, 1955, p. 1987

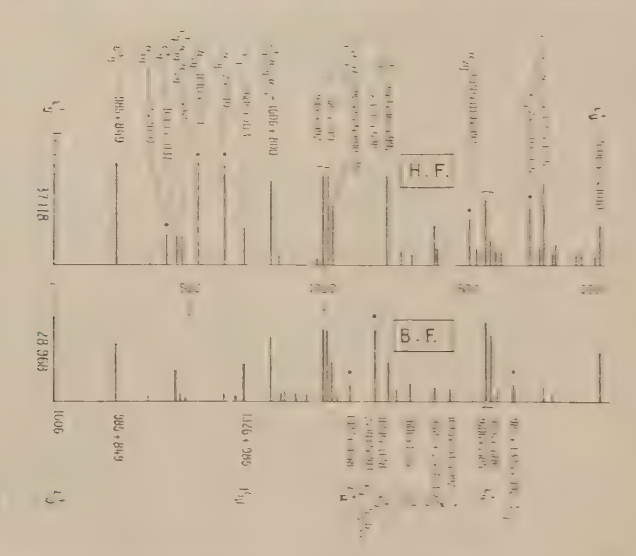
rayonnement était filtré par une cuve de chlore (un tel filtre laisse passer dans l'ultraviolet les radiations comprises entre 2 000 et 2 800 Å et arrête complètement le domaine situé entre 2 800 et 3 900 Å).

On peut voir, sur le cliché ci-après, que les bandes ont une finesse suffisante pour permettre une analyse vibrationnelle valable. La première bande (indiquée O sur le cliché) est située à 37 118 cm⁻¹; on trouve la même struc-



ture vibrationnelle que celle du spectre situé dans le proche ultraviolet, mais quelques nouvelles bandes apparaissent dont deux, très fortes, distantes de 525 et de 619 cm⁻¹ de la première. La similitude des deux spectres nous autorise à reporter la transition O' — O'' à 1 606 cm⁻¹ de la première bande vers les hautes fréquences, c'est-à-dire à 38 724 cm⁻¹ (¹). L'étude vibrationnelle doit donc porter maintenant sur les bandes qui apparaissent dans un spectre et pas dans l'autre.

Nous avons schématisé ci-après la structure des deux spectres. Les bandes particulières à un spectre sont indiquées par un point surmontant le segment



de droite de longueur proportionnelle à l'intensité. Nous proposons des combinaisons de vibrations et leurs symétries. On voit que les bandes qui se trouvent seulement dans le spectre de haute fréquence résultent de la combinaison des

vibrations de symétrie α_{1g} ou α_{2g}; il semble, d'autre part, qu'on trouve dans le spectre de basse fréquence des combinaisons de symétrie β_{1g}. Cela entraîne les conclusions suivantes :

Le spectre de basse fréquence a la structure vibrationnelle d'une transition B_{2u}.

Le spectre de haute fréquence a la structure vibrationnelle d'une transition E_u^-.

Il ne peut s'agir, dans ce dernier cas, de la transition $S \to S$ de plus basse fréquence dont la symétrie est $^1B_{2u}$. L'allure du spectre est d'ailleurs différente de celle du spectre obtenu avec la vapeur par de nombreux auteurs ([2]).

Nous admettrons plutôt que les deux spectres de luminescence proviennent du départ d'électrons de deux niveaux triplés de symétries $^3B_{2u}$ et $^3E_u^-$. Ce dernier niveau, très voisin du singulet $^1B_{2u}$ a d'ailleurs été prévu théoriquement par Rootham et Mulliken ([3]) et soupçonné expérimentalement sur le spectre d'absorption par Ham ([4]), Broude ([5]) et Davydov ([6]). Ces transitions ne peuvent être étudiées qu'avec des cristaux à très basse température et il apparaît alors qu'elles sont plus probables que les transitions $S \to S$ d'énergies voisines. En ce qui concerne le spectre de basse fréquence, qui a la structure vibrationnelle d'une transition B_{2u}, il n'est pas exclu que le niveau supérieur soit de symétrie $^3B_{1u}$ car il peut aussi y avoir perturbation par le niveau $^1B_{2u}$ dont la symétrie apparaîtrait alors ([7]).

Notons aussi la disparition du spectre sur 1606 cm^{-1}, phénomène que nous avons déjà trouvé à propos des cétones et de l'hexachlorobenzène ([8]) et que nous avons aussi vérifié dans le cas de nombreux autres dérivés halogénés et méthylés du benzène et du naphtalène. Ajoutons enfin que les deux spectres sont distants de 8 200 cm^{-1} environ et que l'on trouve, dans le proche infrarouge, des bandes d'absorption de cette fréquence qui ont été jusqu'ici attribuées à des vibrations-rotations.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur les mouvements collectifs de rotation des noyaux*. II. Note (*) de M. **Roger Nataf**, présentée par M. Louis de Broglie.

Dans la Note I précédente, nous avons effectué sur l'hamiltonien nucléaire, suivant la méthode indiquée en (a) la transformation des coordonnées spatiales $\vec{x}_1, \ldots, \vec{x}_A$ aux coordonnées Θ_i définissant les axes intrinsèques de A. Bohr, et $\vec{x}_1, \ldots, \vec{x}_{A-1}$ relativement à ces axes. Nous examinons ici les propriétés de l'hamiltonien obtenu, et la possibilité d'appliquer la méthode (b).

([2]) S. Leach, *J. Chim. Phys.*, 51, 1954, p. 556.
([3]) *J. Chem. Phys.*, 16, 1948, p. 118.
([4]) *J. Chem. Phys.*, 21, 1953, p. 756.
([5]) *Zhur. Eksper. teoret. Fiz.*, 21, 1951, p. 665.
([6]) *Zhur. Eks. teor. Fiz.*, 21, 1951, p. 673.
([7]) Mac Clure, *J. Chem. Phys.*, 17, 1949, p. 665.
([8]) *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 1789; 239, 1954, p. 255 et 240, 1955, p. 2217.

(*) Séance du 20 juin 1955.

La rotation $(\Theta_1\Theta_2\Theta_3)$ du système de coordonnées induit sur la fonction $\Psi^{\mathrm{L}}_{\mathrm{M}}(\vec{x}_p)$ la transformation

$$\Psi^{\mathrm{L}}_{\mathrm{M}}(\vec{x}_1, \ldots, \vec{x}_{\mathrm{A}}) = \chi^{\mathrm{L}}_{\mathrm{K}}(\vec{x}'_1, \ldots, \vec{x}'_{\mathrm{A}-1})\mathrm{D}^{\mathrm{L}}_{\mathrm{KM}}(\theta_i) \tag{1}$$

[sommation sur K comme, dans I, sur les indices répétés de (6) et (5 b)].

Substituant (1) dans $\mathrm{H}\Psi(x', \Theta_i) = \mathrm{E}\Psi$, multipliant par $\mathrm{D}^{\mathrm{L}}_{\mathrm{M}\sigma}(\Theta_i)$ et intégrant sur les Θ_i (c'est-à-dire sur tout le groupe continu des rotations) on obtient, compte tenu des relations d'orthogonalité pour les $\mathrm{D}(\Theta_i)$, des équations couplant entre eux les $\chi^{\mathrm{L}}_{\mathrm{K}}(x')$ correspondant aux différentes valeurs de K : elles s'obtiennent en remplaçant les $\mathrm{Q}_\varkappa$ par $\mathrm{L}_\varkappa$, les $\mathrm{L}_\varkappa$ étant les opérateurs tels que $(\mathrm{L}_1 + i\mathrm{L}_2)\chi^{\mathrm{L}}_{\mathrm{K}} = \sqrt{(\mathrm{L}-\mathrm{K})(\mathrm{L}+\mathrm{K}+1)}\,\chi^{\mathrm{L}}_{\mathrm{K}+1}, \ldots$, projections sur les axes intrinsèques du moment orbital absolu total, en accord avec le calcul direct de $\mathrm{L}_\varkappa(x_{p\mu})$ en fonction des Θ_i, $x'_{p\nu}$.

Introduisant les spins par une transformation simple on obtient, en regroupant (7), (8), (9) de I

$$\mathrm{H} = \left(\sum_{p=1}^{\mathrm{A}-1} \mathrm{H}_p(x'_p) + \mathrm{V}_{\mathrm{A}p}\right) + \frac{1}{2}\sum_{\varkappa} \frac{(\mathrm{I}_\varkappa - \mathrm{J}_\varkappa)^2}{\mathcal{J}_\varkappa} + \sqrt{\frac{15}{16\pi}}\sum_{\varkappa} \frac{\mathrm{N}_\varkappa(\mathrm{I}_\varkappa - \mathrm{J}_\varkappa)}{\sqrt{\mathrm{B}\mathcal{J}^0_\varkappa}} \tag{2}$$

où $\mathrm{I}_\varkappa = \mathrm{L}_\varkappa + \mathrm{S}_\varkappa$ sont les composantes du moment angulaire absolu et $\mathrm{J}_\varkappa = \mathrm{L}'_\varkappa + \mathrm{S}_\varkappa$ celles du moment angulaire relatif.

Les $\sqrt{\mathrm{B}\mathcal{J}^0_\varkappa}$ sont pris, comme dans I, avec un signe approprié.

Les solutions de (2) sont de la forme $\sum_{j,\Omega,\mathrm{K}} \chi^{\mathrm{L},j}_{\mathrm{K},\Omega}(x')\mathrm{D}^{\mathrm{L}}_{\mathrm{KM}}(\theta_i)$ avec K, K ± 1 ; Ω, Ω ± 1, Ω ± 2 ; j, $j \pm 1$, $j \pm 2$ (et — K, — Ω, etc...) comme dans ([1]) pour le cas général où l'ellipsoïde nucléaire n'est pas de révolution si l'on remplace les fonctions des $x'_{p\varkappa}$: $\mathcal{J}_\varkappa$, $\mathcal{J}^0_\mu$, b par des valeurs moyennes constantes.

En fait, (2) diffère de l'hamiltonien de ([1]) par le dernier terme, qui, dans le cas où Oz' est axe de révolution ($\mathcal{J}^0_1 = \mathcal{J}^0_2 = 3\mathrm{B}\beta^2$, avec $\beta = a_0$; $a_2 = \mathcal{J}^0_3 = 0$), est apparemment de l'ordre de $[3\sqrt{3}/4(b-\varepsilon_1)]/(\sqrt{5\pi}) \simeq (3\varepsilon_3/2 - \varepsilon_3)$ par rapport au second, $\mathrm{T}_{\mathrm{rot}}$. Pour les noyaux très déformés, $\varepsilon_3 \simeq 0{,}20$ à $0{,}25$ [*cf.* ([2])], ce rapport est $\simeq 1/3$, et pour les faibles déformations $\simeq 1/6$; mais, des facteurs dépendant de j, Ω, etc. peuvent rendre ses éléments de matrice au moins égaux à ceux de $\mathrm{T}_{\mathrm{rot}}$. *Ainsi, (2) ne conduit pas aux niveaux de rotation.* Par ailleurs, les expressions a_1, a_2, b remplacées par ces constantes devraient avoir au moins des éléments de matrice non diagonaux petits, ce qui semble difficile à prouver. On peut aussi les prendre pour nouvelles variables remplaçant les coordonnées d'un autre nucléon. H contient alors des termes cinétiques de *vibration* comme dans ([1]), et aussi de pulsation (variations de b),

---

([1]) A. Bohr et B. R. Mottelson, *Dan. Mat. Fys. Medd.*, 27, 1953, n° 16.

([2]) K. W. Ford, *Phys. Rev.*, 95, 1954, p. 1250.

mais de nouveaux termes croisés apparaissent. Quant à l'expression du potentiel en fonction de a_0, a_2, b que l'on obtiendrait à partir des forces nucléaires connues, elle est très compliquée.

Enfin si l'on tente d'appliquer (b) de I en considérant $\Phi(\theta_i, \vec{x}'_1, \ldots, \vec{x}'_A)$, on obtient de même l'hamiltonien H(A) déduit de (2) en supprimant ΣV_{AP} et remplaçant toutes les $\sum_i^{A-1}$ par $\sum_1^{A}$. Mais, en l'absence de conditions supplémentaires, Φ pourrait être une quelconque fonction $F(\theta_i, \vec{x}'_p, \gamma_\mu c_\mu)$ avec $c_1 \equiv \sum_1^A y'_p z'_p, \ldots$ par permutation. Pour éliminer l'arbitraire, l'un au moins des deux ensembles de conditions

$$N'_\varkappa \Phi = C_\varkappa \quad \text{(constantes)} \tag{3}$$

ou

$$L'_\varkappa \Phi = 0 \tag{4}$$

est nécessaire (mais non suffisant). Combinant les (3) entre elles, les (4) en résultent à cause des relations $[N'_1, N'_2] = iL'_3, \ldots$ puis, par combinaisons des (3) et (4), les

$$C_\varkappa = 0 \quad \text{et} \quad P'_\varkappa \Phi = 0 \quad \text{où} \quad P'_1 \equiv \sum_p y'_p \frac{\partial}{\partial y'_p} - z'_p \frac{\partial}{\partial z'_p}, \ldots. \tag{5}$$

Par combinaison avec

$$H(A)\Phi = E\Phi, \tag{6}$$

(4) redonne de même l'ensemble (3), (avec les $C_\varkappa = 0$), (4) et (5).

L'ensemble des neuf opérateurs $N'_\varkappa$, $L'_\varkappa$, $P'_\varkappa$ correspond au groupe complet des transformations linéaires sur $\vec{x}'$. A supposer que Φ invariante par ces transformations existe, H(A) n'est évidemment pas invariant par ce groupe et l'ensemble (3), ..., (6) est incompatible contrairement a (b) de I.

L'échec de la transformation de A. Bohr correspond à l'absence d'un théorème classique analogue à celui du centre de gravité et semble indiquer qu'on ne peut envisager une rotation d'ensemble sans tenir compte des interactions des extra-nucléons et du cœur du noyau, causes de sa déformation.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Mesure du rapport capture* L/*capture* K *de l'argon* 37. Note de MM. **Michel Langevin** et **Pierre Radvanyi**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Le rapport d'embranchement capture L/capture K de l'argon 37 a été déterminé avec un compteur proportionnel de grand volume rempli de xénon. On a trouvé $\lambda_L/\lambda_K = 0{,}092^{+0{,}010}_{-0{,}005}$, valeur voisine de la valeur théorique 0,082. Le nombre moyen de paires d'ions créées par un processus L est 1/10,24 de celui d'un processus K.

La capture d'électrons orbitaux de la couche L avait été mise en évidence

pour la première fois en 1949 par Pontecorvo, Hanna et Kirkwood (1) sur ^{37}A avec un compteur proportionnel. Ces auteurs trouvaient un rapport λ_L/λ_K compris entre 8 et 9 % ; le calcul théorique donnait $\lambda_L/\lambda_K = 0{,}082$ (2). Récemment O. Kofoed-Hansen (3) étudiant les noyaux de recul de ^{37}A trouvait un rapport (électrons Auger K)/(nombre total de captures) = 0,65, ce qui, avec un rendement de fluorescence de 0,075 (4), conduirait à $\lambda_L/\lambda_K = 0{,}42$.

Nous avons préparé ^{37}A de 35 jours de période par irradiation d'un monocristal de ClNa avec les deutons de 6.7 MeV du cyclotron du Collège de France. L'argon actif formé a été séparé par dissolution sous vide et entraînement dans le compteur par un courant de xénon. Nous avons utilisé pour les mesures le compteur proportionnel et l'installation correspondante décrits précédemment (5), (6), (7). Le compteur de longueur utile 36 cm et de diamètre 8.4 cm, était rempli à une pression totale de 71.5 cm avec un mélange de 90 % de xénon et de 10 % de propane. Dans ces conditions on observe deux raies correspondant aux énergies de liaison des électrons K et L du chlore et dues presque entièrement, l'une à la capture K, l'autre à la capture L, l'échappement des photons K du compteur n'étant en effet que de 2.6 %. La raie L doit correspondre pratiquement à l'énergie L_I, car, d'après la théorie, les électrons L capturés doivent être presque exclusivement des électrons L_I.

La tension de fonctionnement du compteur était de 3.340 volts. Les raies K et L mesurées avec un analyseur d'impulsions à bande mobile sont reproduites sur la figure après soustraction du mouvement propre. Nous avons pu suivre la forme de la raie L jusqu'à une énergie d'environ 100 eV. Au dessous de cette énergie la raie L a été extrapolée en suivant une distribution de Poisson. Les surfaces des raies ont été planimétrées et, après avoir tenu compte de l'échappement de quelques photons K, on obtient pour la raie K 35.347 impulsions/mn et pour la raie L 3.255 impulsions/mn, ce qui conduit à

$$\frac{\lambda_L}{\lambda_K} = 0{,}092\begin{cases} +0.010 \\ -0.005 \end{cases},$$

valeur très voisine de la valeur théorique 0,082.

Nous avons cherché à déterminer l'énergie de liaison des électrons L_I de $_{17}Cl$ à partir de l'énergie de liaison K[2.819 keV (8)]. Les raies L et K de la figure

---

(1) B. Pontecorvo, D. H. W. Kirkwood et G. C. Hanna, *Phys. Rev.*, 75, 1949, p. 982.

(2) M. E. Rose et J. L. Jackson, *Phys. Rev.*, 76, 1949, p. 1540.

(3) *Phys. Rev.*, 96, 1954, p. 1045.

(4) E. H. S. Burhop, *The Auger effect*, Cambridge University Press, et *Intervention au Colloque international du C. N. R. S.*, 1954, (*J. Phys. Rad.*, à paraître).

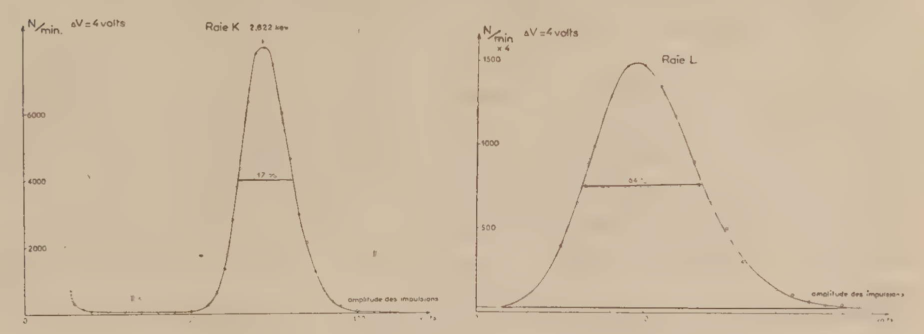
(5) M. Langevin et P. Radvanyi, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 77.

(6) P. Radvanyi, *Thèse de Doctorat*, Paris, juin 1954, *Ann. Phys.* (à paraître).

(7) M. Langevin, *Thèse de Doctorat*, Paris, mai 1955, *Ann. Phys.* (à paraître).

(8) Y. Cauchois, *J. Phys. Rad.*, 16, 1955, p. 253.

ont été obtenues avec le même coefficient d'amplification gazeuse mais avec deux « gains » différents de l'amplificateur linéaire. Le rapport des facteurs d'amplification a été mesuré avec un générateur d'impulsions et nous avons



Raie L et raie K après soustraction du mouvement propre.

trouvé que les impulsions correspondant au maximum de la raie K sont 10,24 fois plus hautes que les impulsions moyennes de la raie L. Cela signifie que le nombre de paires d'ions créées par un processus L est en moyenne 1/10,24 du nombre de paires d'ions créées par un processus K.

Ce résultat peut être interprété de deux manières différentes :

a. Si l'énergie moyenne nécessaire à la création d'une paire d'ions ne varie pas sensiblement avec l'énergie de l'électron incident, l'énergie de liaison des électrons L_I doit être de 275 eV, valeur sensiblement supérieure à celle admise jusqu'ici [238 eV ([9])].

b. On peut aussi penser que l'énergie moyenne nécessaire à la création d'une paire d'ions dans le gaz de remplissage du compteur est plus petite pour des électrons de très faible énergie. Si l'énergie L_I était de 238 eV ([9]), ce facteur de réduction serait de $238/275 = 0,865$. Notons que Pontecorvo et al. ([1]) avaient au contraire trouvé une hauteur moyenne des impulsions L_I plus petite que la hauteur prévue.

Un écart important entre expériences et théorie pour la valeur de λ_L/λ_K avait été observé pour ^{79}Kr ([10]), ([5]), ([6]) et pour ^{71}Ge ([11]), ([7]).

En comparant ces résultats à ceux obtenus pour ^{37}A on est conduit à supposer : soit que la valeur du rendement de fluorescence K utilisée dans l'interprétation des expériences sur ^{79}Kr et sur ^{71}Ge est nettement trop faible ; soit que l'écart expérience-théorie, insignifiant pour l'argon, devient important pour des Z plus élevés ou dans certains domaines particuliers de Z.

([9]) R. D. Hill, E. L. Church et J. W. Mihelich, *Rev. Sc. Inst.*, **23**, 1952, p. 523.
([10]) P. Radvanyi, *Comptes rendus*, **235**, 1952, p. 428.
([11]) M. Langevin, *Comptes rendus*, **239**, 1954, p. 1625.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Étude, au moyen de la méthode des coïncidences $\alpha - e^-$, de l'émission d'électrons accompagnant le rayonnement α de ^{210}Po.* Note de M. **Maurice Duquesne**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Il est bien établi que la désintégration α de ^{210}Po présente un embranchement d'intensité $1,5.10^{-5}$ conduisant à un niveau excité du ^{206}Pb situé à 800 keV environ au-dessus du niveau fondamental. Des divergences peuvent apparaître lorsqu'il s'agit d'expliquer la présence des rayonnements X_K, X_L et X_M du Pb dans la désintégration de ^{210}Po, rayonnements mis en évidence dès 1930 par W. Bothe et H. Becker d'une part (1), I. Curie et F. Joliot d'autre part (2).

D'après les résultats concordants de Grace (3) et M. Rion (4) les intensités des différents rayonnements électromagnétiques sont les suivantes :

$$X_L \simeq 2,6.10^{-4}; \qquad X_K \simeq 1,6.10^{-5}; \qquad \gamma\,(800\ \text{keV}) \simeq 1,5.10^{-5}.$$

Deux phénomènes peuvent en effet rendre compte de la présence de ce rayonnement X du Pb :

1° une conversion interne du rayonnement de 800 keV;

2° l'autoionisation et l'autoexcitation dues au changement de charge $Z \rightarrow Z - 2$ accompagnant la radioactivité α (5).

Les deux processus envisagés s'accompagnent de l'émission d'électrons, mais à cause de la différence d'origine, on peut en utilisant la méthode des coïncidences $\alpha - e^-$, rendre négligeable l'influence des e^- de conversion liés à l'embranchement α de $1,5.10^{-5}$ et étudier ainsi les e^- d'autoionisation liés à la totalité du rayonnement α.

Les e^- de conversion ont été étudiés au spectromètre par Pryce (6) qui utilise une source de ^{210}Po de 500 mC : les rapports $K/(L + M)$ et K/L furent déterminés, le rapport K/L étant en accord avec une transition E_2 envisagée pour le rayonnement γ de 800 keV (7).

Pour une telle transition le coefficient de conversion serait $0,9.10^{-2}$ et

---

(1) *Z. Phys.*, 66, p. 307.

(2) *J. Phys. Rad.*, 2, 1931, p. 20.

(3) A. Grace, R. A. Allen, D. West et H. Halban, *Proc. Phys. Soc.* (London), 64 A, 1951, p. 493.

(4) *J. Phys. Rad.*, 13, 1952, p. 244.

(5) Migdal, *J. Exp. Theor. Phys.* (*U. R. S. S.*), 11, 1941, p. 207; J. S. Levinger, *Phys. Rev.*, 90, 1953, p. 11.

(6) D. E. Alburger et M. H. L. Pryce, *Phys. Rev.*, 95, 1954, p. 1482.

(7) S. de Benedetti et G. H. Minton, *Phys. Rev.*, 85, 1952, p. 134.

l'intensité du rayonnement X est alors trop grande pour s'expliquer uniquement par la conversion interne [8].

D'autres auteurs [9], [10] ont étudié la distribution en énergie des e^- émis par ^{210}Po, soit par la méthode de la chambre à diffusion, soit par la méthode des coïncidences X — e^-; ces auteurs concluent que les e^- émis par ^{210}Po ont une distribution continue conforme à la théorie de Migdal.

Nous avons entrepris l'étude par la méthode des coïncidences $\alpha - e^-$ des e^- d'autoionisation de ^{210}Po dans un dispositif où deux compteurs Geiger-Muller C_1 et C_2 sont disposés symétriquement par rapport à la source ($\omega \simeq 1,2.10^{-2}$ de 4π). La masse superficielle m_0 des fenêtres détermine un seuil pour l'énergie des e^- détectés (transmission $T = 0$); pour chaque valeur de m_0 nous donnons dans le tableau les énergies correspondant aux transmissions $T = 0$ et $T = 1$.

Nous désignons par λ la probabilité d'avoir un e^- d'énergie supérieure à $E(m_0)$ associé à la désintégration α

$$E(T = 0) < E(m_0) < E(T = 1).$$

Un champ magnétique agissant entre la source et l'un des compteurs C_1 permet de dévier de C_1 les e^- du spectre β de ^{35}S ($E_{max} = 176$ keV). En l'absence de champ nous obtenons donc une limite supérieure de λ puisque nous détectons les coïncidences $\alpha - e^-$ et α — X; l'action du champ nous permet d'évaluer la contribution des coïncidences du type α — X et d'atteindre ainsi le taux des coïncidences $\alpha - e^-$.

m_0	$E(T = 0)$ (keV).	$E(T = 1)$ (keV).	Valeurs de λ.
1 mg/cm²	25	70	$\lambda_{lim} = 4,4 \pm 4.10^{-4}$
120 μg/cm²	8	22	$\lambda_{lim} = 2,7 \pm 0,7.10^{-3}$
90 μg/cm²	5	19	$\lambda_{lim} = 13 \pm 2,5.10^{-3}$
			$\lambda = 8,3 \pm 3,2.10^{-3}$

Avec des compteurs à scintillations (cristaux d'anthracène) dans un dispositif semblable au précédent, nous avons obtenu le spectre intégral des coïncidences $(\alpha - e^-) + (\alpha - X)$:

$$\text{pour } E \geq 38 \text{ keV} : \quad \lambda_{lim} = 1,8 \pm 0,6.10^{-3}.$$

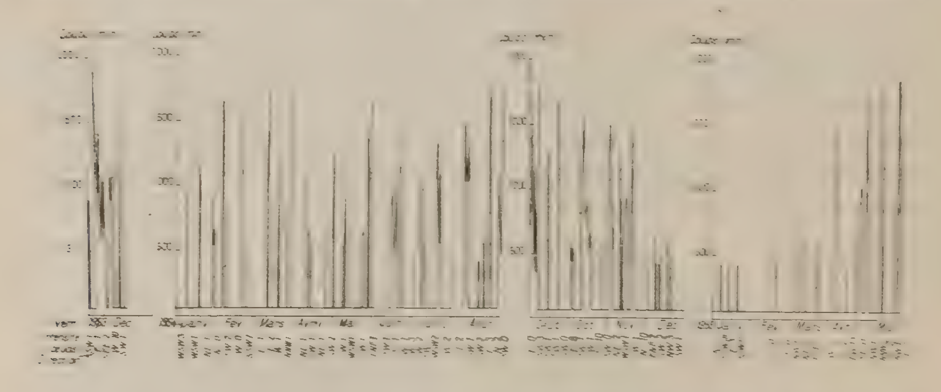
Les valeurs que nous obtenons sont inférieures à celles données par R. R. Roy et M. L. Goes [9] qui observent à la chambre à diffusion $2,7.10^{-3}$ e^- par désintégration α dans la bande d'énergie 41 keV-98 keV mais d'après ces mêmes auteurs la théorie de Migdal pour cette bande d'énergie donnerait la valeur $6,4.10^{-4}$.

(8) BARBER et HELM, *Phys. Rev.*, **86**, 1952, p. 275.
(9) R.-R. ROY et M.-L. GOES, *Comptes rendus*, **237**, 1953, p. 1515.
(10) A. LAGASSE et J. DOYEN, *Comptes rendus*, **239**, 1954, p. 670.

RADIOACTIVITÉ. — *Variations de la radioactivité naturelle et artificielle de l'atmosphère.* Note (*) de Mlle Olga Tanaevsky et M. Étienne Vassy, présentée par M. Francis Perrin.

L'enregistrement continu de la radioactivité de l'air fait apparaître dans la plupart des cas où l'atmosphère est calme une accumulation de la teneur en radon, disparaissant dès que réapparaît le moindre vent. La radioactivité des eaux de pluie relevées avec un pluviomètre spécial est ces derniers temps parfois très importante; les périodes des éléments indiquent leur origine artificielle.

Nous avons enregistré depuis décembre 1953 à la Station Scientifique du Val Joyeux la radioactivité de l'air prélevé à 4 m au-dessus du niveau du sol. L'enregistreur utilisé a été décrit par J. Labeyrie et M. Pelle ([1]). La figure donne les activités (en chocs par minute) constatées depuis décembre 1953 jusqu'à fin mai 1955, ainsi que les directions et intensités du vent (en nœuds).



L'activité constatée est due aux dérivées du radon et du thoron. Aucune periodicité annuelle de l'émanation du radon ne semble se dégager de l'examen de cette figure. La radioactivité d'une année à l'autre est tout à fait différente : par exemple le mois de décembre en 1953 est très actif, tandis qu'en 1954 il est calme. Nous avons cherché une relation entre la présence du radon, la température et la pression, mais n'en avons trouvé aucune, par contre, il semblerait en exister une avec la vitesse du vent. Donnons à titre d'exemple l'activité du 10 mars (20 h) au 11 mars 1954 (14 h) ainsi que la vitesse du vent. A 6 h et 9 h, deux maxima d'activité correspondent à des vitesses nulles du vent, à 10 h l'activité diminue brusquement, tandis que la vitesse du vent augmente. Le phénomène se présente souvent de la même manière : nous n'avons rencontré que six cas de forte radioactivité pour des vents assez intenses.

(*) Séance du 27 juin 1955.

([1]) *J. Phys. Radium*, **14**, 1953, p. 477.

Il apparaît une accumulation de la radioactivité lorsque la vitesse du vent est faible. Ce phénomène très net dans la plupart des cas n'est pas absolument général. Sur 66 cas de forte radioactivité, 30 sont par vent SW ou WSW, une source de radon semble exister dans cette direction.

N'ayant constaté avec l'appareil utilisé aucune activité artificielle de l'atmosphère, nous avons pensé, à la suite des travaux d'Abribat (²), Holter (³), Garrigue (⁴), Miyake (⁵), Thomas (⁶) et Bell (⁷), à mesurer la radioactivité des précipitations. Ces mesures commencées en janvier dernier se rapportent aux eaux de pluie et à la neige recueillies au Val Joyeux. L'eau de pluie tout d'abord récoltée directement du toit fut par la suite recueillie dans un pluviomètre spécial. Il fut réalisé à la suite de la constatation qu'au début de la pluie la radioactivité est plus importante qu'à la fin, les aérosols radioactifs étant précipités au sol par la pluie. Par exemple cette radioactivité peut passer de 87 chocs/mn à 28 chocs/mn après une chute de 22 mm de pluie. Aussi, le pluviomètre réalisé se ferme automatiquement dès qu'il contient 2 litres d'eau.

Type de précipitation.		Activité initiale en coups par minute et par litre (mouvement propre déduit).	Période apparente (jours).
Pluie.......	11/1	16	10
Neige.......	13/1	25	104
Neige.......	15/2	50	30
Pluie.......	21/2	8	153
Pluie.......	Nuit 23 au 24/2	14	110
Neige.......	7/3	13	28
Pluie.......	Nuit 20 au 21/3	88	19
Pluie.......	22/3	35	31
Pluie.......	28/3	90	22
Pluie.......	Nuit 6 au 7/4	1596	13
Pluie.......	10/4	189	15
Pluie.......	5/5	112	28
Pluie.......	6/5	47	31
Pluie.......	Nuit 13 au 14/5	47	19
Pluie.......	15/5	87	25
Pluie.......	Nuit 16 au 17/5	15	14
Pluie.......	18/5	53	21
Pluie.......	19/5	20	23

(²) M. Abribat, R. Pinoir, J. Pouradier et A. M. Venet, *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 1161; **235**, 1952, p. 157.

(³) N. J. Holter et W. R. Glusscock, *Nucleonics*, **10**, 1952, p. 10.

(⁴) M. Garrigue, *Comptes rendus*, **236**, 1953, p. 2309; **237**, 1953, p. 1232; **238**, 1954, p. 2074.

(⁵) Y. Mikaye, *Papers Meteo. Geophysics*, **5**, 1954, p. 172.

(⁶) Thomas, Communications privées.

(⁷) Bell, Communications privées.

La neige a été ramassée au sol et fondue. Après évaporation d'un litre d'eau, le résidu sec placé dans une boîte Pétri est mesuré au compteur de Geiger-Müller 24 à 48 h après la prise de l'échantillon; ainsi presque tout le radon, le thoron et leurs produits de filiation sont éliminés. Le tableau ci-dessus donne l'activité β des précipitations observées, ainsi que la période apparente.

La radioactivité la plus forte enregistrée est de 724 micromicrocuries par litre d'eau. En suivant la décroissance de l'activité des résidus, on voit qu'ils sont constitués par un mélange de radioéléments de périodes apparentes assez longues. La radioactivité constatée a une origine artificielle vraisemblablement due aux explosions atomiques qui ont eu lieu.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Concentration d'isotopes par électromigration très rapide sur papier.* Note (*) de MM. **André Bonnin, Marius Chemla** et **Pierre Süe**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Une méthode d'électromigration sur papier utilisant des champs électriques élevés a été mise au point. Elle permet d'obtenir de longs parcours dans des temps brefs. Appliquée à la séparation des isotopes ^{22}Na et ^{24}Na, elle a conduit à des rapports $^{22}Na/^{24}Na$ variant de 0,28 à 1,83 d'une extrémité à l'autre de la tache radioactive.

Divers auteurs ont déjà appliqué aux séparations d'isotopes l'électromigration dans des sels solides (1), (2), fondus (3), et en solution aqueuse (4). Nous nous sommes attachés à simplifier cette dernière méthode par l'emploi de l'électromigration sur papier. Nos expériences utilisent les isotopes radioactifs du sodium de nombres de masse 22 et 24, dont la différence relative de masse est importante, et dont le mélange peut être analysé simplement par mesure de la décroissance radioactive (période de ^{22}Na : 2,6 ans; de ^{24}Na : 14,8 h).

La faible différence de mobilité des ions $^{22}Na^{+}$ et $^{24}Na^{+}$, mise en évidence dans des essais préliminaires, impose de longues distances de migration. La diffusion des taches diminuant l'efficacité des séparations, il est avantageux d'utiliser des champs électriques élevés permettant aux ions d'effectuer rapidement ces longs parcours. Afin de réduire l'importance de la tension nécessaire, le champ est appliqué sur une partie seulement de la bande de papier que l'on déplace par rapport aux électrodes au cours de la migration. Il est également important d'éviter l'évaporation qui entraîne rapidement un desséchement local de la cellulose, puis l'éclatement d'arcs qui la détruisent.

(*) Séance du 20 juin 1955.

(1) A. Klemm, *Z. Naturforsch.*, 2*a*, 1947, p. 9.

(2) M. Chemla et P. Süe, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 2397.

(3) A. Klemm, *Z. Naturforsch.*, 8*a*, 1953, p. 397.

(4) Brewer, Madorsky et al., *J. Research. Nat. Bur. Standards*, 38, 1947, p. 137.

L'appareil remplissant ces conditions est représenté figure 1. Le tube, de verre, est rempli de tétrachlorure de carbone, surmonté lui-même de l'électrolyte (solution de NaCl à 0,04 %) en A et B. Le ruban de papier Durieux N. 122, large de 1 cm, y est immergé. La différence de potentiel

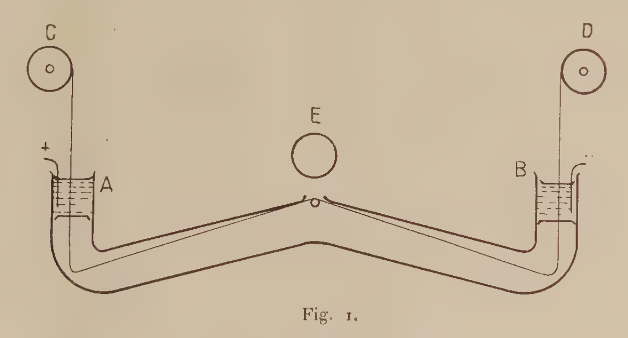


Fig. 1.

de 5 000 V est appliquée entre A et B sur une longueur de papier d'environ 40 cm. L'intensité du courant qui le traverse est dans ces conditions d'environ 1 mA à 20°. Le compteur de Geiger-Müller placé en E contrôle la migration des isotopes radioactifs; les tiges de verre C et D sur lesquelles est enroulé le ruban permettent de le déplacer facilement de la longueur voulue.

La distance parcourue durant une expérience de 1 h 45 mn a été de 280 cm, soit 2,7 cm/mn. Le papier est ensuite découpé en échantillons de 5 mm de longueur. La mesure de la décroissance de leur radioactivité

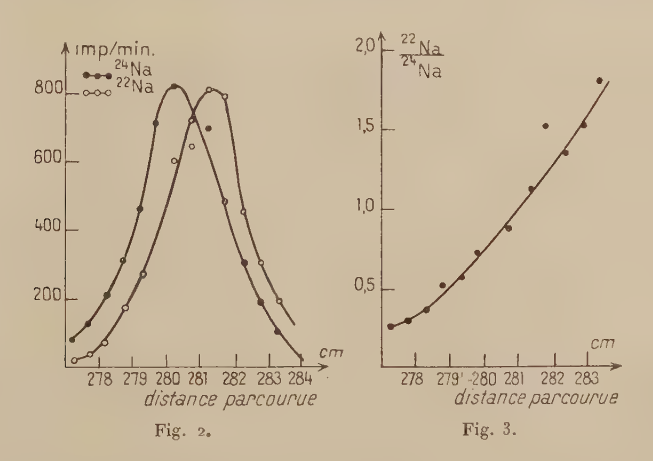


Fig. 2. Fig. 3.

permet de déterminer les quantités de ^{22}Na et ^{24}Na présentes sur chacun d'eux à un instant choisi comme référence. La figure 2 montre les résultats obtenus. On voit que $^{22}Na^+$ migre plus rapidement que $^{24}Na^+$, les échan-

tillons portant respectivement les radioactivités maxima de ces deux isotopes étant distants de 1 cm. Sur la figure 3 sont indiqués les rapports $^{22}Na/^{24}Na$ relatifs aux divers échantillons, qui varient de 0,28 à 1,83 d'une extrémité à l'autre de la tache.

On peut déduire de ces résultats une différence relative de mobilité de l'ordre de 3/1000e. Le modèle usuel de la migration des ions faisant intervenir la formule de Stokes conduirait à une différence de rayon ionique du même ordre de grandeur. Il paraît difficile de l'admettre étant donné que la mécanique quantique assigne aux « rayons » des atomes d'hydrogène et de deutérium une différence relative de 1/2000e seulement. D'autre part, un modèle analogue à celui proposé par Darmois et Sutra ([5]) pour les ions $^1H^+$ et $^2H^+$ conduit à une mobilité inversement proportionnelle à la racine carrée de la masse. Il en résulterait une différence relative d'environ 50/1000e en considérant les ions Na^+ non hydratés et 25/1000e pour les ions liés à une molécule d'eau, différence dans les deux cas très supérieure à celle observée. Nous pensons qu'un schéma semblable à celui appliqué par Darmois au proton et au deuton, pratiquement dépourvus de dimension, pourrait être étendu aux ions Na^+, bien que leurs dimensions soient proches de celles des molécules d'eau. La différence de mobilité observée, inférieure à la différence théorique, s'expliquerait par une hypothèse supplémentaire : par exemple, dans les chocs avec les molécules d'eau, la diminution de la composante moyenne de la vitesse dans la direction du champ serait plus petite pour l'isotope lourd que pour l'isotope léger. Un tel effet tendrait à rapprocher les mobilités des deux ions.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le phosphate bicalcique anhydre*. Note de M. **André Boullé** et Mlle **Marcelle Dupont**, transmise par M. Paul Lebeau.

Le phosphate bicalcique anhydre est obtenu par chauffage du phosphate hydraté $PO_4HCa\,2H_2O$:

1° soit à $t > 100°$ dans un courant d'air humide mais nous avons constaté que dans ces conditions la perte de poids ne dépasse pas 19,6 à 19,8 % (perte théorique 20,9 %), l'eau restante ne s'élimine au cours d'un chauffage ultérieur qu'à $t > 220°$.

2° soit à $t > 75°$, dans l'eau ou mieux, pour éviter l'hydrolyse, dans une solution diluée de phosphate monocalcique avec laquelle le phosphate bicalcique hydraté est en équilibre.

Les résultats relatifs à la déshydratation de $PO_4HCa\,2H_2O$ déduits de l'examen des spectres X de poudres et des courbes de thermobalance ont été

([5]) E. Darmois et G. Sutra, *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 1286.

donnés dans une Note antérieure ([1]). Nous les avons complétés par l'analyse thermogravimétrique sous vide de 10^{-2} mm constamment maintenu. L'enregistrement réalisé à l'aide d'une thermobalance système Eyraud ([2]) fournit des courbes analogues à celles relatives à un chauffage dans l'air (vitesse : 150°/h); l'eau est encore éliminée en deux étapes : 100-180°, 195-220° (perte à 220° : 19,8 %); au-delà de 220° la déshydratation se poursuit mais très lentement cependant que le phosphate anhydre commence à se décomposer en pyrophosphate. Les pertes de poids relatives à chacune des étapes varient avec le produit étudié suivant son mode de préparation ainsi que nous l'avons déjà signalé ([1]). De plus l'eau dégagée à $100 < t < 180°$ disparaît à une température beaucoup plus basse $t \leq 95°$ lors de chauffages isothermes; il s'agit donc d'eau faiblement « liée »; il faut ensuite augmenter la température jusqu'à 190° pour obtenir (en quelques heures) le même taux de déshydratation 19,8 % que dans l'air à 220°; en prolongeant le chauffage, il apparaît aussi du pyrophosphate.

Ainsi il est difficile de préparer du phosphate anhydre pur *sauf* par mise en suspension de l'hydrate dans une solution de phosphate monocalcique à $t > 75°$; obtenu dans ces conditions, il se décompose seulement à 390° suivant la réaction

$$2PO_4HCa \rightarrow P_2O_7Ca_2 + H_2O,$$

la perte de poids correspondante est correcte : 6,7 % (théoriquement 6,66 %).

D'autre part l'examen microscopique des phosphates anhydres de diverses origines et l'examen de leurs spectres X révèlent :

1° que le chauffage en solution ou dans l'air humide fournit des produit (A) sous forme d'une poudre dense constituée de grains fins, d'aspect terne, très bien cristallisés;

2° que par chauffage dans l'air sec ou dans le vide la forme extérieure des beaux cristaux — en général nacrés — du sel hydraté est conservée mais non leur éclat. Ces produits (B) ont des diagrammes X présentant moins de raies et celles-ci sont moins nettes que dans le cas précédent.

Enfin nous avons étudié la réhydratation de ces différents phosphates anhydres après les avoir pulvérisés (tamis 350) puis disposés dans une atmosphère saturée d'humidité à 15°.

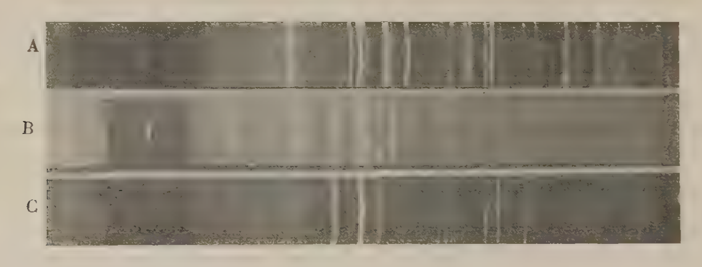
Dans tous les cas une reprise de poids est observée, elle est terminée après quelques jours; nous procédons alors à un séchage toujours à 15° sous vide phosphorique, conditions dans lesquelles le phosphate hydraté ne perd de l'eau que très lentement. Au cours de ce séchage, l'eau retenue en faible quantité par les produits A est éliminée rapidement; il ne s'agit donc que d'eau d'humidité. Au contraire les produits B, moins bien cristallisés, retiennent des quantités importantes d'eau variables avec leur finesse; une

---

([1]) A. Boullé et Mlle M. Dupont, *Comptes rendus*, **240**, 1955, p. 860.

([2]) M. Pâris et M. Merlin ont effectué ces enregistrements.

partie seulement reste fixée après séchage, en moyenne 0,66 H_2O pour une molécule PO_4HCa. Il s'agit bien d'une réhydratation partielle à l'état PO_4HCa2H_2O, car les spectres X contiennent en plus des raies du phosphate anhydre, constituant principal du mélange, les raies les plus intenses du phosphate hydraté.



A. — Phosphate hydraté de départ.
B. — Phosphate déshydraté sous vide et réhydraté.
C. — Phosphate anhydre.

En résumé un seul mode de déshydratation de PO_4HCa2H_2O permet de préparer du phosphate bicalcique anhydre pur; il est alors non réhydratable (état A). Le phosphate non totalement anhydre obtenu dans d'autres conditions est dans un état physique (B) différent qui permet une réhydratation partielle. Cette distinction est confirmée par action de l'eau sur les deux formes A et B suivie à 20° par des mesures de conductibilité et des dosages de P_2O_5; la forme B réhydratable est attaquée plus rapidement (17,6 mg P_2O_5 par litre au lieu de 9,1 mg pour la forme A, lorsque la conductibilité ne varie plus que très lentement).

Signalons enfin que certains des résultats précédents sont à rapprocher de ceux décrits pour le sulfate de calcium SO_4Ca2H_2O; la brushite PO_4HCa2H_2O est en effet monoclinique et isomorphe du gypse.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Cinétique et équilibre de dissociation des ferrocyanures en solution aqueuse.* Note de M. **Guy Emschwiller** et Mlle **Jacqueline Legros**, présentée par M. Paul Pascal.

Les ferrocyanures subissent en solution aqueuse une dissociation en ferroaquopentacyanure et cyanure limitée par la réaction inverse, de telle sorte qu'on aboutit à des équilibres. Les constantes d'équilibre ont été trouvées en accord avec le rapport des constantes de vitesse des deux réactions. L'influence du pH conduit à penser que l'ion responsable de la dissociation n'est pas $Fe(CN)_6^{----}$, mais $Fe(CN)_6H^{---}$.

Le ferrocyanure de potassium subit en solution aqueuse une décomposition en ferroaquopentacyanure et cyanure, limitée par la réaction inverse de recombinaison des produits de la dissociation. La vitesse de la

réaction d'hydrolyse peut être suivie si l'on prend soin d'éviter toute recombinaison, soit par élimination du cyanure sous forme de gaz cyanhydrique, soit par transformation du ferroaquopentacyanure en complexe avec le nitrosobenzène ([1]). La décomposition du ferrocyanure en présence de nitrosobenzène apparaît très sensible à l'influence du pH et toute étude cinétique ne peut avoir de sens qu'en milieu tamponné ([2]).

Nous avons procédé à l'étude systématique de l'influence du pH dans le domaine de 2 à 8 environ. Les cinétiques ont été suivies, comme précédemment, par des dosages colorimétriques. Il a été confirmé que la réaction de production du complexe coloré en violet est bien d'ordre un par rapport au ferrocyanure, d'ordre zéro par rapport au nitrosobenzène. Les constantes de vitesse sont d'autant plus petites que le pH est plus grand, mais tendent vers une limite quand l'acidité va croissant, des valeurs sensiblement constantes étant atteintes pour les pH inférieurs à 4. Les pH pour lesquels les constantes de vitesse sont égales à la moitié de la valeur maximum limite sont de l'ordre de 5,7 à 5,8; pour les pH assez élevés, les constantes de vitesse sont divisées approximativement par 10 quand le pH croît d'une unité ([3]). Une telle influence du pH s'interprète de la façon la plus simple en tenant compte de la coexistence en solution des ions $Fe(CN)_6^{----}$ et $Fe(CN)_6H^{---}$ en équilibre acidobasique et en admettant que l'ion acide serait le seul responsable des décompositions observées.

Les valeurs trouvées pour les constantes de vitesse dépendent de la concentration même du ferrocyanure et ce résultat peut être relié à l'effet de sel si souvent observé en cinétique des réactions ioniques. Il est particulièrement important pour les solutions de ferrocyanure de concentration supérieure à 0,01 M, à ce point que la vitesse de réaction peut passer par un maximum quand la concentration va croissant, pour des molarités de l'ordre de 0,2 à 0,3. On trouve, par exemple, à 25°, en milieu tamponné au pH 6,8, pour les concentrations 0,4, 0,3, 0,2, 0,1, 0,05, 0,005 M, des constantes de vitesse respectivement égales à 4,7, 6,6, 9,1, 13, 17, 26.10^{-5} (en prenant comme unités la molécule-gramme et l'heure).

Les cinétiques ont été suivies à diverses températures comprises entre 15 et 40°. Les coefficients de température dépendent du pH et vont croissant des milieux les plus acides aux milieux les plus basiques. Les énergies

---

([1]) G. Emschwiller, *Comptes rendus*, **236**, 1953, p. 72. La seconde méthode a été utilisée indépendamment par S. Asperger, I. Murati et O. Cupahin, *J. Chem. Soc.*, 1953, p. 1041.

([2]) Il a été mentionné déjà que la réaction est extrêmement lente au pH 9,9 à la température ordinaire [G. Emschwiller, *Comptes rendus*, **238**, 1954, p. 341, note ([3])].

([3]) Dans les milieux les plus acides, on peut se trouver gêné par une réaction de disparition du nitrosobenzène.

d'activation calculées sont de l'ordre de 27 kcal/mole dans les milieux de pH inférieur à 4, de l'ordre de 31 kcal/mole pour les pH supérieurs à 7. On peut penser que cet écart correspond à la quantité de chaleur nécessaire pour combiner les ions hydrogène et ferrocyanure. Dans les milieux les plus acides, en effet, il n'y aurait pratiquement que des ions $Fe(CN)_6H^{---}$, tandis que, dans les milieux suffisamment basiques, leur teneur serait inversement proportionnelle à la constante d'acidité, variable avec la température.

Des études d'équilibre nous ont permis de confirmer que les constantes de vitesse k, mesurées en présence de nitrosobenzène, correspondent bien à la réaction d'hydrolyse même. Nous avons antérieurement fait l'étude cinétique de la réaction inverse et déterminé les valeurs des constantes de vitesse k', qui dépendent fortement de la concentration du ferrocyanure nécessairement présent dans toutes nos expériences [4]. Du fait de l'existence de la réaction inverse, la décomposition du ferrocyanure doit conduire à un équilibre si les produits de la dissociation sont maintenus dans la solution, dans la mesure où le ferroaquopentacyanure ne subit pas, à son tour, de décomposition. Nous avons reconnu qu'il était effectivement possible d'aboutir à de tels équilibres, susceptibles de se maintenir pendant des jours. Les concentrations d'équilibre du ferroaquopentacyanure ont été déterminées et nous en avons déduit les valeurs des constantes d'équilibre; elles dépendent en fait, à une température donnée, non seulement du pH, mais aussi des concentrations mêmes du ferrocyanure. Elles ont bien été trouvées approximativement égales au rapport k/k' des deux constantes de vitesse. Par exemple, pour une solution de ferrocyanure 0,2 M maintenue au pH 7,73 à 20°, la teneur d'équilibre du ferroaquopentacyanure a été trouvée comprise entre 3,0 et $3{,}2.10^{-5}$ M, correspondant à une constante d'équilibre de 0,45 à $0{,}51.10^{-8}$; or, nos études cinétiques ont conduit pour k et k' à des valeurs approximativement égales à $0{,}6.10^{-5}$ et 1200, soit un rapport de $0{,}5.10^{-8}$.

Au total, les résultats de nos études des équilibres de dissociation des solutions aqueuses de ferrocyanure sont venus corroborer ceux de nos études cinétiques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la déshydratation de l'hydrargillite.*

Note (*) de M. **Pierre Chatelain**, présentée par M. Charles Mauguin.

Chauffée vers 230°, soit à l'air libre, soit dans le vide, l'hydrargillite $Al(OH)_3$ perd de l'eau; quand toute l'hydrargillite a disparu, il reste un

(4) G. Emschwiller et J. Legros, *Comptes rendus*, **239**, 1954, p. 1491.

(*) Séance du 27 juin 1955.

produit de composition $AlO_3\, xH_2O$; les valeurs de x diffèrent avec les auteurs : Blanchin donne 0,5 [1], Charrier 0,62 [2] et je trouve 0,70.

Ce produit donne des diagrammes aux rayons X caractéristiques d'une boehmite tout à fait normale, de composition Al O OH (soit Al_2O_3 1 H_2O); la perfection de ces diagrammes a fait abandonner l'hypothèse initialement émise pour expliquer la valeur de x, d'une boehmite lacunaire; ce produit adsorbe à la température ordinaire jusqu'à 14 % de son poids d'eau, indiquant une structure poreuse très développée (d'où les nombreuses applications de ces alumines dites activées à la déshydratation, la catalyse, la chromatographie).

La même hydrargillite, chauffée en autoclave en présence d'eau à 230°, donne un produit Al_2O_3 1 H_2O qui est la boehmite normale et qui ne possède aucune des propriétés indiquées ci-dessus.

Pour interpréter ces résultats, la formation d'un mélange de boehmite et d'alumine anhydre a été envisagée [2], [3] et Blanchin indique que la diffraction des électrons montre une périodicité de 2,12 Å n'appartenant pas à la boehmite; mais ces auteurs déclarent que cette alumine n'est pas décelable aux rayons X.

J'ai pu, au contraire, par analyse aux rayons X de ce mélange, obtenir, en plus des anneaux très fins caractéristiques de la boehmite, des anneaux larges, peu intenses, mais nets, correspondant aux distances réticulaires moyennes de 4,8, 2,15 et 1,40 Å. L'anneau 2,15 est nettement visible car il se produit dans une zone où la boehmite ne donne rien (pose 3 h, rayonnement filtré $K\alpha$ du cuivre, intensité 16 mÅ); l'anneau 4,8 Å ne se voit nettement qu'en utilisant le rayonnement rigoureusement monochromatique fourni par une lame de quartz courbée (pose 10 h); quant à l'anneau 1,40 Å, qui se retrouve dans les diagrammes de toutes les alumines anhydres, étant très voisin des raies de la boehmite, il ne se voit distinctement qu'à condition de comparer ce diagramme à celui d'une boehmite obtenue en autoclave à partir de la même hydrargillite, et qui ne présente aucun des trois anneaux ci-dessus.

Il ne fait donc aucun doute que la déshydratation de l'hydrargillite, à l'air ou dans le vide, donne naissance à une nouvelle alumine mal cristallisée, caractérisée par les trois distances réticulaires ci-dessus; le mécanisme de la déshydratation est sans doute le suivant : l'hydrargillite donne directement cette alumine anhydre qui commence à se former à la surface des cristaux, donnant une croûte; tant que celle-ci est assez mince, la déshydratation se poursuit, l'eau pour s'échapper, perçant la croûte, la

(1) L. Blanchin, B. Imelik et M. Prettre, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1029.

(2) J. Charrier et D. Papée, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 897.

(3) L. Blanchin, B. Imelik et M. Prettre, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 1025.

rend poreuse; lorsque l'épaisseur est assez grande, la croûte maintient à l'intérieur de la cristallite des conditions de pression et de teneur en eau comparables à celles qui sont réalisées dans un autoclave; la boehmite se forme alors. L'épaisseur limite de cette croûte d'alumine dépend assez peu de la grosseur de la cristallite d'hydrargillite; plus celle-ci sera petite et plus la quantité de boehmite formée sera faible, d'où les valeurs variables de x et l'explication du fait signalé par Thibon (⁴) qu'une hydrargillite très finement cristallisée a fourni un produit sans boehmite.

Si à l'air libre, l'hydrargillite est portée à 420°, la déshydratation est totale; l'alumine obtenue est un mélange de l'alumine formée à 250° et de l'alumine résultant de la déshydratation à 420° de la boehmite d'origine secondaire; les diagrammes de rayons X comportent en effet les anneaux caractéristiques de ces deux alumines, leurs intensités relatives pouvant varier beaucoup, car la proportion d'alumine d'hydrargillite dépend de la grosseur des cristallites de départ et aussi de la rapidité avec laquelle elle a été portée à 420°; ce point de vue pourrait conduire à diminuer le nombre de variétés d'alumines anhydres.

Il faut signaler que l'ensemble de ces résultats et leur interprétation concordent en général avec les résultats obtenus à l'étranger (⁵).

CHROMATOGRAPHIE. — *Contribution à l'étude des colorants flavoniques chez certaines ampélidées.* Note de MM. **Pierre Dupuy** et **Jacques Puisais**, présentée par M. Paul Pascal.

Dans une précédente Communication (¹) nous avions indiqué une méthode permettant l'extraction des colorants polyphénoliques végétaux de leur milieu naturel, basée sur la propriété que possèdent ces composés de former des laques avec l'acétate de plomb en milieu alcoolique; nous avons tout d'abord appliqué cette méthode à une étude des anthocyanosides que nous avons publiée précédemment (²).

Nous avons étendu l'utilisation de cette méthode à l'étude des composés polyphénoliques qui sont contenus dans les raisins « blancs », et qui sont constitués par des dérivés flavoniques. Après avoir été extraite la matière colorante a été étudiée par chromatographie sur papier suivant les méthodes mises au point par C. D. Douglas, S. H. Wender et T. B. Gage (³) qui

(⁴) H. Thibon, J. Charrier et R. Tertian, *Bull. Soc. Chim.*, 18, 1951, p. 384.
(⁵) M. K. B. Day et V. J. Hill, *Nature*, 170, 1952, p. 539 et *J. Phys. Chem.*, 57, 1953, p. 946.

(¹) J. Amiel, P. Dupuy et M. Nortz, *Comptes rendus*, 240, 1955, p. 780.
(²) P. Dupuy et J. Puisais, *Comptes rendus*, 240, 1955, p. 1802.
(³) *Anal. Chem.*, 23, 1953, p. 1582.

comporte l'utilisation de différents solvants combinée avec l'emploi des différents révélateurs préconisés par ces auteurs, qui sont notamment :

— solutions alcooliques d'acétate normal de plomb;
— solutions alcooliques d'acétate basique de plomb;
— solutions alcooliques de chlorure d'aluminium;
— solutions alcooliques de chlorure ferrique;
— solutions aqueuses de carbonate de sodium;
— solutions de nitrate d'argent ammoniacal;
— réactif de Benedict.

Après avoir aspergé les chromatogrammes avec des différents révélateurs il est intéressant d'examiner les chromatogrammes en lumière visible, puis en lumière ultraviolette afin d'exploiter complètement les renseignements fournis par ces auteurs, dont les méthodes ont été remarquablement décrites et sur lesquelles nous ne reviendrons pas. Nous nous bornerons à résumer ici les résultats que nous avons obtenus.

On peut remarquer tout d'abord sur les chromatogrammes obtenus que les raisins, qu'ils soient « rouges » ou « blancs » ne contiennent pas d'aglycones des flavones ou des flavanones.

En ce qui concerne les colorants flavoniques, les fruits récoltés sur les différentes variétés ne présentent que de petites différences d'ordre quantitatif : toutes les variétés que nous avons pu examiner contenaient les mêmes composés, mais en quantités variables.

Les colorants flavoniques qu'on peut rencontrer dans les fruits des ampélidées sont les suivants :

— des quantités appréciables de *d*-catéchol et de *l*-épicatéchol ainsi que l'avait déjà démontré S. Dourschmidze [4];
— du quercetroside;
— des tannins et notamment du pyrocatéchol et du phloroglucinol;
— enfin des traces infimes de quelques autres colorants qui existent en trop petites quantités pour pouvoir être toujours identifiés avec certitude, parmi lesquels peuvent se trouver l'hespéridine et l'esculétine.

En même temps que les fruits, avaient été récoltées des feuilles dont les colorants ont été extraits par la même méthode pour être ensuite étudiés par chromatographie. Nous avons pu constater que les colorants énumérés ci-dessus se retrouvent dans les feuilles exactement comme dans les raisins, bien qu'en quantité notablement supérieure. La seule différence entre la feuille et le fruit est constituée par l'existence dans cette dernière de traces de deux aglycones : le quercetin et le kaempferol.

Mais cette analogie entre les feuilles et les fruits ne se confirme pas aussi facilement en ce qui concerne les espèces dont les fruits contiennent des

---

([4]) *C. R. Acad. Sc. S. S. S. R.*, 73, n° 5, 1950, p. 987.

anthocyanosides. En effet les feuilles prélevées sur ces plantes au moment de la maturité de leurs fruits ne contenaient pas ces dérivés. Par contre, des feuilles prélevées sur des cépages teinturiers, dont les fruits sont particulièrement riches en matières colorantes, et seulement après une récolte totale des fruits, se sont montrées particulièrement riches en dérivés du cyanidol et du delphinidol, qui sont les plus couramment répandus chez les ampélidées.

Il semble donc bien que, en ce qui concerne la matière colorante, la feuille et le fruit de la vigne se conduisent de la même façon et il se peut qu'il y ait là un argument en faveur des théories foliaires.

PHYSIQUE DES MÉTAUX. — *Sur la désorganisation et la restauration à froid de cristaux d'aluminium soumis à des tractions faibles.* Note de MM. **Jules Caisso** et **Raymond Jacquesson**, présentée par M. Charles Mauguin.

Les perturbations apportées par une traction à la texture d'un monocristal d'aluminium sont étudiées par la méthode Guinier-Thénevin de focalisation à grande distance.

L'éprouvette de traction monocristalline est montée sur une micromachine spécialement construite pour lui permettre d'être soumise à une contrainte connue, tout en pouvant prendre une orientation quelconque de l'espace. Elle peut ainsi être amenée dans la position requise pour la focalisation par un système donné de plans réticulaires, sans qu'il soit nécessaire de la manipuler. Les allongements, quand ils restent petits sont mesurés par une jauge. Un état de l'éprouvette est donc caractérisé par la contrainte appliquée σ, l'allongement résultant ε et la désorientation produite δ. Celle-ci peut ainsi être rapportée au point correspondant de la courbe de traction $\varepsilon = f(\sigma)$. Le volume irradié est d'environ 80 mm^3 et les désorientations indiquées ultérieurement se rapportent à des particules contenues dans ce volume.

Les éprouvettes monocristallines (Al de 99,5 à 99,99 %) sont obtenues par la méthode de l'écrouissage critique. Celles qui présentent une polygonisation après le recuit final sont éliminées.

En général, une traction faible produit simultanément une désorganisation de l'édifice cristallin et sa restauration ou sa réorganisation plus ou moins parfaite. Selon les conditions expérimentales, l'un ou l'autre de ces processus inverses est prédominant. La restauration déclenchée par une déformation se poursuit avec le temps dans l'éprouvette laissée au repos, à la température ambiante.

La désorientation mesurée par la largeur des taches de focalisations commence à se manifester dès la mise en charge. Elle est déjà sensible et mesurable dès un allongement de l'ordre de 0,02 % pour des cristaux vierges. Ce faible allongement suffit d'ailleurs pour déclencher une restauration.

En fonction des allongements, l'action conjuguée des deux effets contraires peut être décrite ainsi :

$\varepsilon < 0,2\,\%$. — *a*. Si la désorganisation initiale du cristal est faible (inférieure à environ 3′) et si les contraintes de traction imposées restent inférieures à une certaine limite en étant appliquées lentement, la tache de focalisation obtenue après décharge est plus étroite que celle donnée par le cristal initial : cette réorganisation globale qui aboutit à un cristal plus parfait que celui dont on était parti ne se produit que si la texture a été légèrement perturbée par cette faible déformation. L'orientation du cristal par rapport à la direction de la contrainte ne semble pas avoir d'autre influence que de changer la valeur de la contrainte déclenchant la restauration. La valeur maxima de celle-ci pour que la réorganisation soit parfaite est de 300 g/mm² environ. D'autre part, le cristal ainsi restauré peut supporter des contraintes allant jusqu'à 800 g/mm² sans que la tache de focalisation s'élargisse à nouveau.

b. Lorsque la désorganisation initiale est supérieure à 3′ la restauration ne se manifeste pas avec une aussi grande netteté, les taches de focalisation conservant à peu près leur largeur initiale.

$\varepsilon < 1,5\,\%$. — Quand l'allongement augmente jusqu'à 1,5 % environ, la désorientation croît lentement à peu près proportionnellement à l'allongement. Les taches de focalisation s'élargissent sans trace de striation. Le cristal se divise en petites particules d'orientation variant de façon continue de part et d'autre de leur orientation initiale, l'écart maximum étant d'environ une vingtaine de minutes. La restauration, peu sensible à l'examen X si la mise en charge est rapide, existe néanmoins comme le montre la diminution de largeur des taches pendant les périodes de repos laissées à l'éprouvette. Elle se traduit par un fléchissement marqué de la courbe de traction après un allongement de 0,02 à 0,05 %.

$1,5\,\% < \varepsilon < 3,5\,\%$. — Au delà de cet allongement de 1,5 %, la désorientation croît beaucoup plus rapidement que dans la phase précédente. Les taches de focalisation se subdivisent en un certain nombre de taches secondaires parallèles dans lesquelles on peut distinguer une striation. Les microparticules formées dans la première phase ($\varepsilon < 1,5\,\%$) se sont rassemblées en blocs beaucoup plus volumineux faisant entre eux des angles de l'ordre de 15′. La désorientation entre les particules d'un même bloc est d'environ 6′. La réorganisation du cristal aboutit donc à une polygonisation.

$\varepsilon > 3,5\,\%$. — Les taches à bords nets données par les blocs polygonisés s'estompent, sans toutefois que la largeur totale de la tache croisse beaucoup avec ε. Il y a donc un nouveau démantèlement des microcristaux, sans modification notable des désorientations maxima.

Il est intéressant de remarquer que l'intervalle $1,5\,\% < \varepsilon < 3,5\,\%$ pendant lequel se manifeste une polygonisation correspond assez bien à celui où se place le point de transition des courbes de traction de l'aluminium trouvé par

MM. B. Jaoul et Ch. Crussard (1). De plus, le fléchissement de la courbe de traction pour $\varepsilon = 0,02$ avait été prévu par Mott d'après la théorie des dislocations (2). L'hypothèse d'une réorganisation cristalline déclenchée par une déformation faible avait été faite par l'un de nous pour expliquer une diminution spontanée de la capacité d'amortissement de fils de torsion momentanément surchargés (3).

CHIMIE THÉORIQUE. — *Étude théorique et expérimentale des spectres d'absorption dans l'ultraviolet de quelques dérivés méthylés des benzacridines angulaires.* Note (*) de Mlle **Andrée Cheutin**, MM. **N. P. Buu-Hoï**, **Odilon Chalvet**, **Raymond Daudel**, Mmes **Monique Pages**, **Monique Roux** et M. **René Royer**, présentée par M. Louis de Broglie.

Pacault a déjà déterminé les spectres ultraviolets de quelques dérivés des benzacridines à température ordinaire (1). Nous avons complété cette étude en travaillant sur de nouveaux dérivés que nous avons soumis à une purification poussée en les chromatographiant jusqu'à obtention de spectres constants.

Substances.	K.	F.	H.	G.	D.
1.2-benzanthracène	3 845	3 655	3 410	3 275	2 870
5.6-benzacridine	3 835	3 640	3 465	3 350	2 760
2-méthyl-5.6 benzacridine	3 840	3 650	3 475	3 350	2 790
10-méthyl-5.6 benzacridine	3 870	3 670	3 500	–	2 775
1.10-diméthyl-5.6 benzacridine	(3 850)	(3 673)	(3 511)	(3 375)	–
2.10-diméthyl-5.6 benzacridine	3 865	3 665	3 500	–	2 785
	(3 876)	(3 680)	(3 511)	–	–
1.3.10-triméthyl-5.6 benzacridine	(3 900)	(3 708)	(3 535)	–	–
7.8-benzacridine	3 870	3 680	3 495	3 345	2 770
2-méthyl-7.8 benzacridine	3 875	3 675	3 500	3 335	2 750
4-méthyl-7.8 benzacridine	3 850	3 655	3 485	–	2 765
10-méthyl-7.8 benzacridine	(3 846)	(3 655)	(3 490)	(3 350)	–
1.10-diméthyl-7.8 benzacridine	(3 850)	(3 660)	(3 494)	(3 378)	–
2.10-diméthyl-7.8 benzacridine	3 890	3 685	3 500	3 365	2 785
3.10-diméthyl-7.8 benzacridine	3 860	3 660	3 485	3 350	2 790
	(3 853)	(3 674)	(3 516)	(3 375)	–
1.3.10-triméthyl-7.8 benzacridine	(3 850)	(3 660)	(3 494)	(3 379)	–
1.3.4.10-tétraméthyl-7.8 benzacridine	(3 917)	(3 702)	(3 545)	(3 375)	–

Nous avons donner dans le tableau ci-dessus les longueurs d'onde des bandes

(1) *Revue de Métallurgie*, 47, n° 8, 1950, p. 589.

(2) N. F. Mott, *Phil. Mag.*, 44, 1953, p. 354 et 742.

(3) R. Jacquesson, *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 357.

(*) Séance du 27 juin 1955.

(1) *Bull. Soc. Chim.*, 1940, p. 1270.

de vibration les plus caractéristiques (les valeurs de Pacault sont placées entre parenthèses). Nous nous sommes efforcés d'utiliser une notation rappelant celle proposée par Jones dans le cas du 1.2-benzanthracène [2], quoique les spectres des benzacridines soient notablement différents de celui du benzanthracène. Nous avons noté D la bande la plus intense correspondant à la « seconde » transition électronique. Avec une telle définition elle ne coïncide pas avec celle de plus grande longueur d'onde de ce système de bandes comme dans le cas des dérivés méthylés du benzanthracène.

On observe que l'azote produit un effet bathochrome plus marqué dans les dérivés de la 7.8-benzacridine que dans ceux de la 5.6 (excepté pour la bande G), et que contrairement à ce qui se passe dans le cas du 1.2-benzanthracène où l'effet du méthyle est constamment bathochrome, il est ici soit bathochrome, soit hypsochrome.

La théorie des orbitales moléculaires interprète qualitativement ces faits. On a, en effet, obtenu toutes les données nécessaires à l'étude théorique de ce problème au cours de calculs effectués récemment grâce à la calculatrice électronique du National Physical Laboratory de Teddington [3]. Les énergies ainsi évaluées pour la première transition électronique sont bien, comme attendu, plus faibles pour les dérivés 7.8 que pour les dérivés 5.6. Ces énergies correspondent bien aussi à des effets tantôt bathochromes (B) et tantôt hypsochromes (H) pour le groupe méthyle.

Mais quand on discute le problème en détail on trouve de graves divergences entre théorie et expérience comme le montre le tableau suivant qui compare les effets observés avec ceux prévus en fonction des calculs précités, à partir de diverses théories.

	Effet des méthyles			
		Théories		
Substances.	Expérience.	1.	2.	3.
2-méthyl-7.8 benzacridine	Effet nul	B	H	H
4-méthyl-7.8 benzacridine	H	B	H	H
1.10-diméthyl-7.8 benzacridine	H	B	H	-
2.10-diméthyl-7.8 benzacridine	B	H	H	H
3.10-diméthyl-7.8 benzacridine	H	H	H	-
2-méthyl-5.6 benzacridine	B	H	H	H
10-méthyl-5.6 benzacridine	B	H	H	H
2.10-diméthyl-5.6 benzacridine	B	H	H	H

1. Calcul direct de l'énergie de transition par la méthode des combinaisons linéaires d'orbitales atomiques.
2. Emploi de la méthode de perturbation de Coulson [4].
3. Application de la règle de Brown [5].

---

(2) *J. Amer. Chem. Soc.*, **62**, 1940, p. 148.

(3) Chalvet, Daudel, Pagès, Roux, Buu-Hoï et Royer, *J. Chim. Phys.*, **51**, 1954, p. 548.

(4) *Proc. Roy. Soc.*, **65**, 1952, p. 933.

(5) *Nature*, **169**, 1952, p. 286.

Pour analyser l'origine de ces difficultés, nous étudions les spectres des mêmes dérivés à basse température et reprenons les calculs théoriques avec de nouveaux paramètres pour représenter le méthyle et l'azote et en tenant compte des intégrales de recouvrement que nous avions jusqu'alors négligées. Notons encore qu'il n'est pas facile de généraliser ici la règle de Jones [2] concernant la relation entre spectre et propriété cancérogène. La bande que l'on peut considérer ici comme l'analogue de la bande D présente sensiblement la même longueur d'onde dans les spectres des dérivés 7.8 (très cancérogènes) et des dérivés 5.6 (peu cancérogènes), et même parmi les dérivés 5.6 on rencontre un corps cancérogène (2.10 diméthyl-5.6 benzacridine) pour lequel l'effet du méthyle sur la bande D est le même que pour un corps non cancérogène (2 méthyl-5.6 benzacridine). Nous confirmons ainsi une observation de Pacault [1].

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Spectrophotométrie directe sur papier des taches de cobalt et de cuivre chromatographiées.* Note (*) de Mlles **Alice Lacourt** et **Paula Heyndrycкx**, présentée par M. Marcel Delépine.

La spectrophotométrie directe des taches chromatographiées sur papier est une méthode de dosage rapide et reproductible à moins de 0,5 % près au Beckman. Elle a lieu à une longueur d'onde donnée et est réalisable quelle que soit la position de la tache dans le chromatogramme.

La chromatographie quantitative sur papier a des chances de s'imposer comme microméthode analytique à cause de son pouvoir de pénétration et de sa rapidité. En vue d'accélérer le travail, une Note publiée ici [1] relate la *titration directe* des taches de *vanadium* et de *molybdène* à ± 3 à 4 % près. Par la suite, le titrage sur papier du *cobalt*, du *cuivre* [2], du *nickel*, des *chlorures* ont été étudiés.

La photométrie directe en lumière blanche a jusqu'ici été appliquée aux taches chromatographiées de *vanadium* [3] révélées à l'oxine, de *phosphore* [4], de *cobalt* et de *cuivre* [2]. Dans l'opacité finale du complexe dosé, il faut tenir compte de l'opacité du papier déterminée millimètre par millimètre, ce qui n'est pratique que pour des taches ayant peu migré [5].

(*) Séance du 20 juin 1955.

(1) A. Lacourt et coll., *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2365.

(2) A. Lacourt et P. Heyndryckx, *Microchimica Acta*, 1, 1955, p. 62.

(3) A. Lacourt, *Mikrochimica Acta*, 1955 (sous presse).

(4) A. Lacourt et coll. (sous presse).

(5) S. Verbeustel, *Mémoire de Licence en Chimie*, Faculté des Sciences, Université de Bruxelles, 1955.

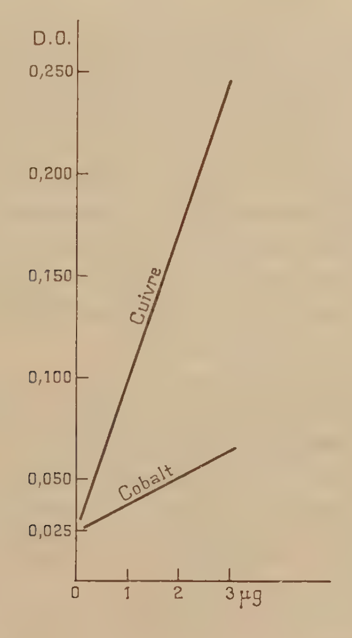
La spectrophotométrie directe sur papier des taches révélées après chromatographie a une portée plus générale et plus pratique.

D'abord elle est réalisable à une longueur d'onde donnée comme si l'on opérait en solution.

Des courbes d'absorption du complexe et du réactif, on déduit cette longueur d'onde dans la région où ces deux courbes se différencient le plus.

Les révélateurs organiques et les complexes auxquels ils donnent lieu ont une telle insolubilité dans l'eau, qu'un papier qui en est chargé ne communique pratiquement aucune coloration à ce solvant. Les mesures peuvent dès lors se faire en glissant la bandelette de papier portant la tache à mesurer dans la cuvette habituelle de 1 cm entre sa paroi et celle d'un prisme en verre, calibré. Quelques gouttes d'eau facilitent cette introduction et l'élimination des bulles d'air. Les densités optiques des papiers vaporisés à l'α-nitroso β-naphtol ou à l'acide rubéanique sont si reproductibles que l'appareil peut être mis au zéro sur ceux-ci et que la densité optique de la tache révélée se mesure directement par rapport à ce zéro. Il n'y a donc plus à mesurer des blancs et, de ce fait, la position de la tache dans le chromatogramme importe peu.

Les diagramme des référence du *cobalt* et du *cuivre* ont été dressés de 0,1 à 3 μg et le contrôle des concentrations dans ces limites peut se faire à moins de 0,5 % près.



Spectrophotométrie directe sur papier du cobalt et du cuivre chromatographiés.

Blanc papier chromatographié.	Blanc papier chromatographié vaporisé.	Moyenne corrigée complexe chromatographié.	Moyenne corrigée complexe non chromatographié.
Densité optique de 3 μg de cobalt révélé à l'α-nitroso-β-naphtol.			
$\lambda = 850$ mμ, F = 0,040 mm.			
0,125	0,130 (0,130)	0,064 (0,064) 0,063	0,050 (0,051) 0,050
–	0,130 (0,129)	0,065 (0,066) 0,065	0,049 (0,050) 0,041
–	0,130 (0,130)	–	–
–	0,130	–	–
–	M/24 (0,1297)	M/18 (0,064 ± 0,47 %)	M/18 (0,050 ± 0,39 %)
Densité optique de 3 μg de cuivre révélé à l'acide rubéanique.			
$\lambda = 660$ mμ, F = 0,095 mm.			
–	0,010 (0,011) 0,010	0,245 (0,246) 0,246 (0,247)	–
–	0,011 (0,011) 0,010	0,246 (0,245) 0,245 (0,245)	0,239 (0,238) 0,239
–	0,009 (0,010) 0,010	0,246 (0,245) 0,244 (0,245)	0,240 (0,239) 0,239
–	M/18 (0,0103)	0,246 (0,244) 0,245 (0,245) 0,245	–
–	–	0,246 (M/18) 0,2453 ± 0,09 %	M/18 (0,239 ± 0,5 %)

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation directe du bromure de césium à partir du pollux.* Note de MM. **Georges Thomas** et **Ralph Setton**, présentée par M. Louis Hackspill.

En traitant le pollux par l'acide bromhydrique aqueux, on obtient une solution de bromure de césium qui, traitée par une solution bromhydrique de bromure d'antimoine, fournit le bromoantimonite de césium $3CsBr.2SbBr_3$. Celui-ci, par chauffage sous vide, perd son bromure d'antimoine et donne du bromure de césium suffisamment pur pour la spectroscopie dans l'infrarouge.

La transparence du bromure de césium dans l'infrarouge en fait une matière de choix pour la construction d'accessoires optiques de spectroscopie. Les méthodes de préparation de CsBr font couramment appel au carbonate, malaisé à préparer et à purifier. La méthode exposée ici permet d'obtenir plus facilement le bromure avec de bons rendements à partir du pollux $H_2Cs_4Al_4(SiO_3)_9$.

L'un de nous [1] a déjà proposé une méthode de préparation du chlorure de césium à partir du pollux. C'est cette méthode qui, modifiée et simplifiée, a été utilisée pour la préparation du bromure.

Le pollux [2] très finement broyé (particules de 10 μ environ) est attaqué à douce ébullition pendant 6-7 h par une solution commerciale d'acide

(1) G. Thomas, *Ann. Chim.*, 6, 1951, p. 369-373.

(2) Le minerai de pollux a été fourni par M. Sven Wallden, directeur de recherches au Bolidens Gruvaktiebolag, Suède.

bromhydrique à 40 %, $d = 1{,}38$. Pour 1000 g de minerai, dont la teneur en césium est de 30 % environ, on prend 3 l de la solution d'acide. La silice est ensuite séparée, puis la solution des bromures est traitée par une solution presque saturée de bromure d'antimoine $SbBr_3$ dans HBr à 20 % environ. Il se forme un précipité verdâtre très dense de bromoantimonite de césium $3CsBr.2SbBr_3$ qui est séparé par filtration. Ce produit brut contient comme principale impureté un peu de bromure de fer. Le rendement, à ce stade, est d'environ 80-85 %.

Le bromoantimonite ainsi obtenu est soumis à deux recristallisations successives dans HBr aqueux à 10 %. Il est nécessaire d'opérer en milieu acide pour éviter l'hydrolyse du produit avec formation d'oxybromure d'antimoine. La solubilité du bromoantimonite de césium dans ce milieu est de l'ordre de 2,5 % à 100° C, et de 0,2 % à 20° C. Le recyclage rationnel des eaux mères de cristallisation permet d'éviter les pertes à ce stade. Le produit ainsi obtenu se présente en fines paillettes hexagonales jaune d'or.

Le bromoantimonite de césium pur et sec est ensuite chauffé à 450-480° C sous une pression de 0,1 mm Hg. Il se décompose sans fondre, le bromure d'antimoine se sublimant et laissant un bromure de césium ne renfermant plus que des traces de bromure d'antimoine. Celles-ci sont éliminées par une dernière fusion à la pression atmosphérique. Le rendement final, calculé par rapport au césium du pollux mis en œuvre, est proche de 80 %.

Par des lavages répétés à l'eau de la silice séparée au premier stade, on peut encore récupérer une certaine quantité de bromure de césium auquel on fait subir le même traitement.

Le spectre d'absorption dans l'infrarouge du bromure de césium ainsi préparé ne présente qu'une très légère absorption aux environs de 500 cm^{-1}.

Cette méthode, dont les détails opératoires seront publiés par ailleurs, permet donc d'obtenir un bromure de césium pour usage spectroscopique à partir du pollux avec un minimum d'opérations, les éléments gênants, spécialement les autres métaux alcalins et l'aluminium, étant séparés dès la première précipitation grâce à la spécificité de la réaction avec le bromure d'antimoine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la dissociation des acides ortho-toluiques méta substitués*. Note (*) de M. **Daniel Peltier**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'auteur détermine la constante de dissociation thermodynamique à 20° C, de divers acides méthyl-2 benzoïques, substitués en position — 3 ou — 5 par différents groupements. Les résultats mettent en évidence des différences marquées entre les deux positions méta.

(*) Séance du 27 juin 1955.

Les déterminations ci-dessus ont été faites, à la température de 20° C, par titrage électrométrique, en solution hydroalcoolique, à 1 % d'alcool en volume; suivant la solubilité de l'acide en usage, les concentrations étaient M/4 000 ou M/2 000. Les résultats représentent la moyenne arithmétique de huit mesures ; leur précision est estimée à 0,02-0,03 unité pK, les résultats les meilleurs étant obtenus pour les acides les plus faibles.

On trouvera, dans les Notes antérieures (1), les modes de préparation de ces divers acides.

	F(°C).	pK.	K.10⁵.
Acide méthyl-2 benzoïque	104	3,98	10,5 (*)
Acide nitro-3 méthyl-2 benzoïque	184	2,98	105
» nitro-5 » »	179	3,23	58,9
Acide cyano-3 méthyl-2 benzoïque	209	3,16	69,2
» cyano-5 » »	149	3,31	49,0
Acide chloro-3 méthyl-2 benzoïque	163	3,43	37,2
» chloro-5 » »	173	3,63	23,4
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
» bromo-5 » »	170	3,58	26,3
Acide iodo-3 méthyl-2 benzoïque	124	3,26	55,0
» iodo-5 » »	180	3,62	24,0
[illegible]	[illegible]	[illegible] (**)	[illegible]
» hydroxy-5 » »	185	3,92	12,0
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
» méthoxy-5 » »	147	3,84	14,[illegible]
Acide éthoxy-3 méthyl-2 benzoïque	125	3,73	18,6
» éthoxy-5 » »	95	3,86	13,8
Acide amino-3 méthyl-2 benzoïque	187	3,94 (***)	11,5
» amino-5 » »	196	4,16	6,92
Acide acétamino-3 méthyl-2 benzoïque	213	3,55	28,[illegible]
» acétamino-5 » »	225	3,82	15,[illegible]

(*) Dippy (2) donne, dans l'eau pure à 25° C, K.10⁵ = 12,3.

(**) Nous avons vérifié, sur les esters hydroxy correspondants, que la dissociation des groupes OH était négligeable.

(***) Il a été tenu compte des ions $^{+}NH_3ArCO_2H$ et $NH_2ArCO_2^{-}$; la constante K indiquée représente la [illegible]

L'étude quantitative de nos résultats permet de mettre en évidence les points suivants :

1° Les acides de la série 3 sont tous plus forts que leurs homologues benzoïques (2), et l'action du substituant-3 et de CH_3-2 est additive (3). En effet, si l'on applique l'équation de Hammett, $\log K_x - \log K_0 = \sigma\rho$, aux acides orthotoluiques, on trouve les mêmes σ que pour les acides benzoïques, avec ρ très voisin de 1.

---

(1) D. Peltier, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 2430.

(2) Dippy et Page, *J. Chem. Soc.*, 1938, p. 358; Dippy et Lewis, *ibid.*, 1936, p. 644.

(3) Roberts et Yancey, *J. Amer. Chem. Soc.*, 73, 1951, p. 1011.

b. Les acides de la série 3 se rangent très sensiblement dans le même ordre de force décroissante que ceux de la série 5. Cependant les acides de la série 3 sont toujours plus forts que leurs isomères 5 et il n'y a pas additivité du substituant-3 et de CH_3-2; l'écart à l'additivité, mesuré par $pK_5 - pK_3$, est, en majeure partie du moins, fonction de l'encombrement stérique du substituant ([4]).

Nous publierons prochainement nos résultats pour les acides orthotoluiques substitués, par les mêmes groupements, en position 4 ou 6.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Remarques sur l'absorption des dérivés du diphényle dans l'ultraviolet moyen et le visible.* Note de M. **Panos Grammaticakis**, présentée par M. Marcel Delépine.

Des recherches systématiques sur les effets spectraux de phénylation et de phénylénation des chromophores aromatiques et aromatoïdes ([1]) m'ont conduit à étudier l'absorption, dans l'ultraviolet moyen et le visible, des dérivés du diphényle de forme : $C_6H_5.C_6H_4.Y$—*o, m, p* [où $Y=C_6H_5$, $(CH=CH)_n$, H, COR(R=H, OH, alcoyle, aryle) et ses dérivés, NO_2, NH_2 et ses dérivés, N : N.R′(R′=R, acidyle)].

La présente Note contient les principaux résultats de ces recherches dans le cas où $Y=Y'=C_6H_5$, NO_2, NH_2, $NH.CO.CH_3$ et $NH.CO.C_6H_5$.

Les figures I, II, III, IV et V contiennent respectivement les courbes d'absorption des solutions dans l'alcool à 95 % de : triphényle (I) nitrodiphényle (II), aminodiphényle (III), N-acétyl-aminodiphényle (IV) et N-benzoyl-aminodiphényle (V). J'ai désigné dans ces figures les courbes des isomères ortho, méta et para respectivement par les n°s 1, 2 et 3. Sur la figure I j'ai donné, en plus, les courbes du diphényle (courbe 4) et du stilbène (courbe 5).

La comparaison de ces courbes avec celles des composés benzéniques correspondants données précédemment ([2]), montre que :

1° le remplacement d'un hydrogène en diverses positions *o*, *m* et *p* du diphényle par un groupement Y′ produit des modifications spectrales qui sont, très souvent, analogues à celles observées pour le même remplacement effectué sur d'autres dérivés benzéniques monosubstitués;

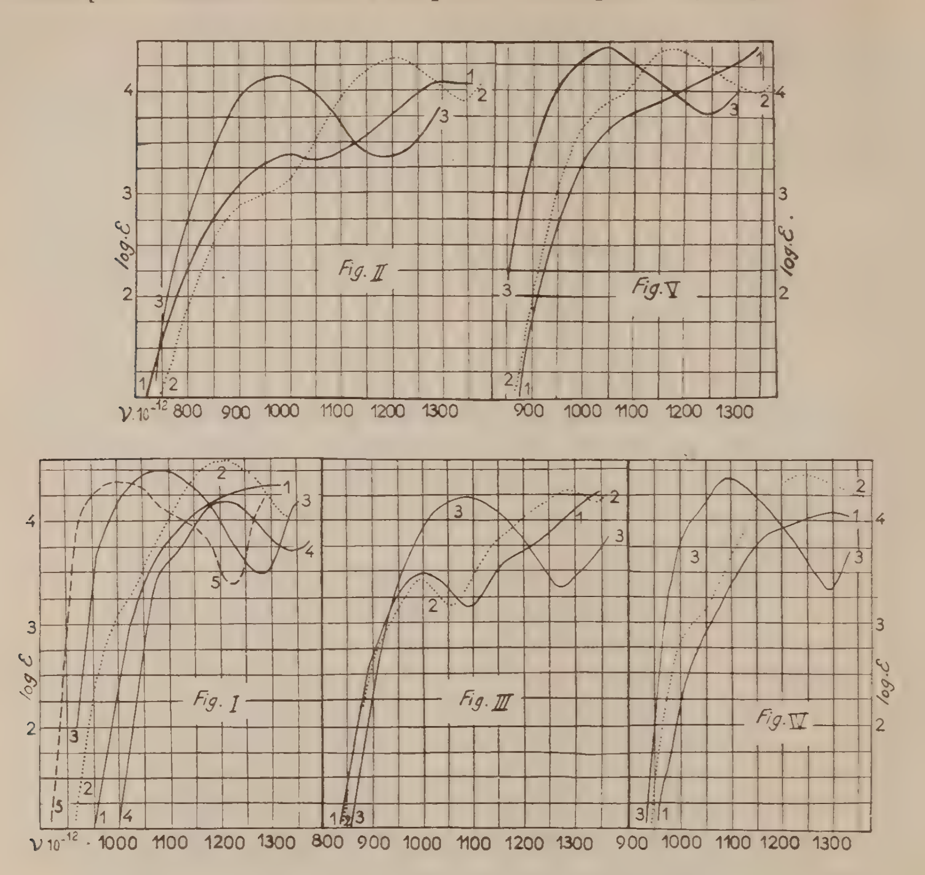
2° l'effet spectral de l'*o*-, *m*-et *p*-phénylation des composés $C_6H_5.Y'$ croît, en général, suivant l'ordre : $o < m < p$ (effet spectral ortho anomal), en accord avec ce qu'on observe pour l'effet des mêmes substitutions effectuées sur les autres dérivés benzéniques étudiés $C_6H_5.Y$.

3° la substitution, dans le *p*-diphénylbenzène, du vinyle au phénylène se

(4) Tirouflet, *Bull. Soc. Chim.*, 1954, p. 771.

(1) *Bull. Soc. Chim.*, [5], 15, 1948, p. 979.
(2) P. Grammaticakis, *Bull. Soc. Chim.*, [5], 18, 1951, p. 221.

traduit par un déplacement spectral vers le visible, contrairement à l'hypothèse utilisée par certaines théories d'absorption des composés organiques.



Enfin, il est à noter que l'effet spectral de la méthylation, de la vinylation (³) de la divinylation (ou de l'α-furylation) du noyau des composés étudiés $C_6H_5.Y$ croît, très souvent, en ce qui concerne les fréquences des principaux maxima A, suivant l'ordre : méthylation < phénylation < vinylation < divinylation (ou α-furylation) et, en ce qui concerne les intensités de la plupart des bandes principales, selon l'ordre ; méthylation < vinylation < phénylation < divinylation (ou α-furylation). On peut rapprocher ces relations spectrales de celles observées entre les effets des mêmes substitutions effectuées sur le méthylène des différents dérivés azotés du formaldéhyde (⁴).

(³) Pestemer et Mancher, *Monatsh Chem.*, 68, 1936, p. 326 et recherches inédites.

(⁴) P. Grammaticakis, *Bull. Soc. Chim.*, [5], **15**, 1948, p. 973; **16**, 1949, p. 504; **17**, 1950, p. 690; **18**, 1951, p. 965; **19**, 1952, p. 447; **20**, 1953, p, 821; **21**, 1954, p. 1372, 1381 et 1391; **22**, 1955, p. 659.

Bref, l'effet spectral de la phénylation du noyau des composés $C_6H_5.Y'$ (et des composés $C_6H_5.Y$ en général) est plus faible que l'effet de la divinylation (ou de l'α-furylation) et, dans une certaine mesure, inférieur ou faiblement inférieur de l'effet spectral de la vinylation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réactivité du caoutchouc sous l'effet d'actions mécaniques.* Note de MM **Jean Le Bras**, **Patrice Compagnon** et **André Delalande** (1), présentée par M. Charles Dufraisse.

On sait que le caoutchouc est sujet au phénomène d'autoxydation : l'oxygène réagit lentement sur lui à la température ordinaire en entraînant une dégradation de la molécule. L'élévation de la température accélère la réaction, de même que divers autres effets, par exemple celui de la lumiére sur les dissolutions. Mais il est une autre cause qui augmente de façon surprenante la réactivité du caoutchouc : c'est le malaxage. Cette opération consiste à faire passer le caoutchouc entre deux cylindres tournant en sens inverses ; elle se traduit par une plastification de la masse et un accroissement de la solubilité dans les solvants, correspondant à une diminution de la grandeur moléculaire. On est resté longtemps sans soupçonner le rôle joué par l'oxygène dans cette modification et ce n'est qu'en 1931 que les expériences de F. H. Cotton (2) ont démontré que ce malaxage restait pratiquement inopérant s'il était effectué en atmosphère inerte. Toutefois, s'il est bien établi que l'oxygène intervient par l'intermédiaire de peroxydes (3), la cause même de la soudaine réactivité qui se manifeste ainsi n'est pas élucidée.

Aussi n'était-il pas sans intérêt de rapprocher de ce phénomène un autre type de réaction qui, comme la plastification, se produit également sous l'effet du malaxage; la combinaison au caoutchouc de l'anhydride maléique et de nombreux autres composés non saturés (4); mais, contrairement à ce qui est observé pour la plastification, le produit résultant est moins plastique et moins soluble que le caoutchouc initial. Bien qu'opposées par leurs manifestations extérieures, les deux réactions considérées sont très voisines par les facteurs qui les déterminent : déclenchées par le même effet mécanique, elles ne sont caractéristiques qu'à des températures inférieures à 60° C environ.

Un premier point à élucider était le rôle de l'oxygène : indispensable pour la plastification, intervient-il aussi, obligatoirement, dans le processus de la combinaison de l'anhydride maléique ? En vue de tenter de donner une réponse

(1) Document retiré du pli cacheté n° 12 070, déposé le 11 juin 1945, ouvert à la demande des auteurs le 27 juin 1955.

(2) *Trans. I. R. I.*, 6, 1931, p. 487.

(3) W. F. Busse, *Ind. Eng. Chem.*, 24, 1932, p. 140.

(4) P. Compagnon et J. Le Bras, *Comptes rendus*, 212, 1941, p. 616.

à cette question, nous avons donc cherché à réaliser l'opération en atmosphère de gaz inerte. Le malaxeur a été enfermé dans un caisson muni d'un voyant, permettant de suivre les phases de la réaction, et d'un manchon en caoutchouc qui, serré sur le poignet de l'opérateur, lui donne la possibilité de placer sur les cylindres le caoutchouc et l'anhydride maléique. Par une succession de vidanges partielles et de remplissages d'azote, on a pu réaliser une atmosphère ne contenant plus que quelques pour-cent d'oxygène (5 % au maximum), mais sans qu'il nous ait été possible d'obtenir une élimination totale de ce gaz. Ces conditions opératoires étaient toutefois suffisantes pour constater une diminution marquée de la vitesse de plastification avec l'appauvrissement de l'atmosphère en oxygène : la mesure de la plasticité effectuée avec l'appareil Hoekstra a donné un écrasement de 84 % après malaxage de 15 mn dans l'air et de 20 % seulement pour une même durée de travail en atmosphère appauvrie. Au contraire, on n'a observé aucun ralentissement des caractères qui accompagnent la réaction de l'anhydride maléique ([5]). En conséquence, *si l'on ne peut dire de façon formelle que l'oxygène n'intervient pas dans le phénomène, on peut du moins affirmer que ce dernier n'est pas entravé par un abaissement substantiel du taux d'oxygène.*

Il faut noter, par ailleurs, que de nombreux produits se comportent comme inhibiteurs vis-à-vis de cette action de l'anhydride maléique, certains d'entre eux étant connus pour leurs propriétés antioxygènes. Il ne semble pas, toutefois, que cela soit significatif d'une intervention de l'oxygène puisque l'on sait par exemple que, en l'absence de cet élément, la benzoquinone inhibe la polymérisation du styrolène ou l'hydroquinone celle de l'acroléine ([6]).

On se trouve donc conduit à admettre que le malaxage provoque une activation des molécules de caoutchouc : celles-ci peuvent alors se combiner soit avec l'oxygène, en donnant des peroxydes qui entraînent la plastification, soit avec d'autres réactifs, tel l'anhydride maléique. En quels points de la molécule a lieu cette activation ? Quels sont exactement les facteurs qui la provoquent ?

En ce qui concerne la première de ces questions, il n'est pas évident que ce soit nécessairement la double liaison, des travaux récents ayant fait ressortir chez les corps éthyléniques la réactivité particulière du carbone α-méthylénique ([7]). Mais on peut penser que l'étude de la structure du produit d'addition de l'anhydride maléique fournira des renseignements sur ce point.

Quant aux facteurs de la réaction, ils restent entourés de mystère. Les

---

([5]) A vrai dire, il y aurait même plutôt une accélération, qui s'explique d'ailleurs logiquement : la diminution de la grandeur moléculaire du caoutchouc qui, dans l'air, s'effectue simultanément, est ici beaucoup moins importante.

([6]) Ch. Moureu et Ch. Dufraisse, *Bull. Soc. Chim.*, (4) 35, 1924, p. 1564.

([7]) E. H. Farmer, *Trans. Faraday Soc.*, 38, 1942, p. 340 ; Ch. Paquot, *Thèse*, Masson et Cie, 1944.

auteurs qui ont étudié le malaxage ont proposé des explications d'ordre mécanique ou d'ordre électrique [8]; ces dernières s'appuient sur le développement, au cours de l'opération, de charges électriques importantes dont l'élimination supprime la plastification [9]. Cependant, on a observé récemment [10] que le simple fait d'écraser entre les plateaux d'une presse un mélange de caoutchouc et d'anhydride maléique provoquait un début de réaction. D'autre part, on sait que les ultrasons [11] sont capables d'entraîner une dégradation des hauts-polymères et qu'il en est de même pour le broyage vibratoire, même en atmosphère d'azote [12]. Peut-être pourrait-on attribuer la réactivité qui apparaît dans chacun de ces cas au frottement moléculaire interne plus ou moins intense subi par la matière.

L'étude approfondie de la réaction de l'anhydride maléique et sa réalisation en atmosphère rigoureusement exempte d'oxygène paraissent donc susceptibles d'apporter une contribution utile à l'explication du mécanisme intime des effets provoqués par le malaxage.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une synthèse de la tétraphényl-2.2'.6.6' dipyridyl-4.4' cétone.* Note de M. **Michel Siemiatycki**, présentée par M. Charles Dufraisse.

La tétraphényl-2.2'.6.6' dipyridyl-4.4' cétone a été préparée par distillation sèche, sous vide poussé, du sel de calcium ou de baryum de l'acide diphényl-2.6 pyridine-4 carboxylique. L'oxime et la dinitro-2.4 phénylhydrazone correspondantes ont également été obtenues.

Nous avons entrepris la synthèse de la tétraphényl-2.2'.6.6' dipyridyl-4.4 cétone

C_6H_5 … C_6H_5
N (π) — C(=O) — (π) N
C_6H_5 … C_6H_5

ceci en vue d'identifier un produit de dégradation. Cette cétone a été préparée par la méthode de Piria à partir du sel de calcium de l'acide diphényl-2.6 pyridine-4 carboxylique.

On savait que cette calcination, en présence de chaux, conduit à la diphé-

---

(8) *Voir* Ch. Dufraisse, *Rev. Gén. Caout.*, 9, n°s 85 et 86, 1932.

(9) C. W. Shacklock, *Trans. I. R. I.*, 6, 1930, p. 259.

(10) P. Compagnon et A. Chalmeau, travaux non publiés.

(11) On notera avec intérêt à ce propos la récente communication de J. Loiseleur (*Comptes rendus*, 218, 1944, p. 876) sur l'activation de l'oxygène par les ultrasons.

(12) *Voir* J. Le Bras, *Rev. Gén. Caout.*, 20, 1943, p. 167.

nyl-2.6 pyridine (1). Nous l'avons reprise, mais sans addition de chaux : nous avons constaté que, même dans ce cas, il se forme la diphényl-2.6 pyridine, ce qui ne peut s'interpréter que par des réactions secondaires, et explique d'ailleurs le mauvais rendement. Nous avons constaté que la décomposition des sels de baryum ou de thorium se fait également vers 380° et, en travaillant sous 15 mm, nous obtenions la diphényl-2.6 pyridine avec un rendement de l'ordre de 35 %, et un mélange de produits fortement colorés d'où nous n'avons pu extraire la cétone recherchée.

Par contre, un essai avec le sel de baryum sous 0,05-0,01 mm nous a conduit à la cétone avec un rendement de 20 %. En allant plus loin nous avons repris l'expérience avec le sel de calcium sous un vide poussé de l'ordre de 10^{-3}-10^{-4} mm, entre 380 et 430° ; nous avons alors obtenu la cétone avec un rendement de 70,8 %. Il paraît donc certain que la réaction de Piria a lieu même dans le cas où le rendement en cétone recherchée est nul. Son succès dépend surtout de l'évacuation rapide, hors de la zone chaude du réacteur, de la cétone formée.

Le diphényl-2.6 pyridine-4 carboxylate de calcium est préparé par double décomposition entre le sel de potassium, soluble dans l'eau et le chlorure de calcium : rendement 99 %.

Dans un tube de pyrex fermé à un bout, et comportant un renflement au milieu, nous avons placé le sel de calcium. Le tube a été soudé à une pompe à diffusion de vapeur d'huile et placé dans un four jusqu'au niveau de renflement. Sous une pression de l'ordre de 10^{-4}-10^{-5} mm, la température a été élevée progressivement jusqu'à 350°. Vers 370° commence la distillation d'une huile jaunâtre se solidifiant rapidement. Pendant deux heures la température a été élevée progressivement jusqu'à 430°.

A la fin de la deuxième heure le distillat est devenu rouge-brun foncé. Le résidu est constitué de carbonate de calcium et de charbon. Le distillat est chromatographié sur une colonne d'alumine. A l'aide du benzène nous avons d'abord élué une bande rose : la partie incolore a été cristallisée dans un mélange alcool-acétate d'éthyle (1-1), ou dans l'acétone, et donne des aiguilles prismatiques tranparentes F 202-203° (microplatine chauffante Kofler). Rdt 75 %.

L'oxime a été préparée dans un mélange pyridine-éthanol (1-1) au moyen du chlorhydrate d'hydroxylamine. Elle cristallise en courtes aiguilles d'un mélange alcool-acétate d'éthyle. F 236° (capillaire).

La dinitro-2-4 phényl-hydrazone cristallise d'un mélange alcool-acétate d'éthyle en plaquettes jaunes en forme de losanges. F 302-303° (microplatine chauffante Kofler). Les analyses des produits nouveaux sont satisfaisantes.

---

(1) Paal et Strasser, *Ber. d. Chem. Ges.*, XIXe siècle, 20, p. 2761; Paal, *Ber. d. Chem. Ges.*, XIXe siècle, 29, p. 799.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chromatographie sur papier d'alcaloïdes par des solutions d'électrolytes. Comportement de la fraction acide des sels chromatographiés. Extension de la technique à d'autres amines.* Note de MM. **Albert Resplandy** et **Charles Sannié**, présentée par M. Roger Heim.

En chromatographiant des alcaloïdes salifiés par certains acides organiques, on peut directement vérifier que les deux fractions de ces sels se déplacent indépendamment. La chromatographie par des solutions d'électrolytes s'applique à une grande diversité d'amines. Les relations de structure mises en évidence pour des familles d'alcaloïdes se vérifient pour d'autres groupes de molécules azotées.

Dans une précédente Note [1] nous avons exposé les propriétés caractérisant la chromatographie sur papier d'alcaloïdes par des solutions d'électrolytes; notamment le fait que les déplacements relatifs (R_f) sont indépendants du mode de salification selon lequel s'effectuent les microdépôts. L'identité des résultats obtenus pour différents sels d'un alcaloïde implique que, pendant la chromatographie, l'évolution des alcaloïdes et des acides les salifiant initialement demeure constamment indépendante. La scission qui s'opère, dès que les microdépôts sont balayés par le front d'électrolyte aqueux a pu être effectivement vérifiée avec des sels permettant d'observer simultanément le déplacement de l'alcaloïde et de l'acide, par exemple des picrates ou des salicylates. Les spots de l'acide picrique s'observent directement, ceux de l'acide salicylique en lumière ultraviolette. On peut utiliser des alcaloïdes fluorescents et suivre intégralement la séparation ou révéler les alcaloïdes (réactif de Draggendorf) après repérage des acides. L'expérience montre que l'acide se comporte comme lorsqu'il est chromatographié seul et l'alcaloïde comme lorsqu'on le dépose sous forme de base.

D'autre part, en étudiant des familles d'alcaloïdes, nous avons vérifié que l'influence des groupes fonctionnels non azotés sur le comportement chromatographique d'une molécule de référence ne se manifeste que par des variations graduées des données expérimentales [2]. Les caractéristiques obtenues avec des solutions d'électrolytes apparaissent ainsi essentiellement liées à la structure de base et à la fonction amine des molécules chromatographiées. Il en découle, en principe, la possibilité d'appliquer la technique à des amines quelconques. En fait nous avons pu chromatographier une grande diversité d'amines naturelles ou de synthèse suivant les conditions et règles établies pour les alcaloïdes.

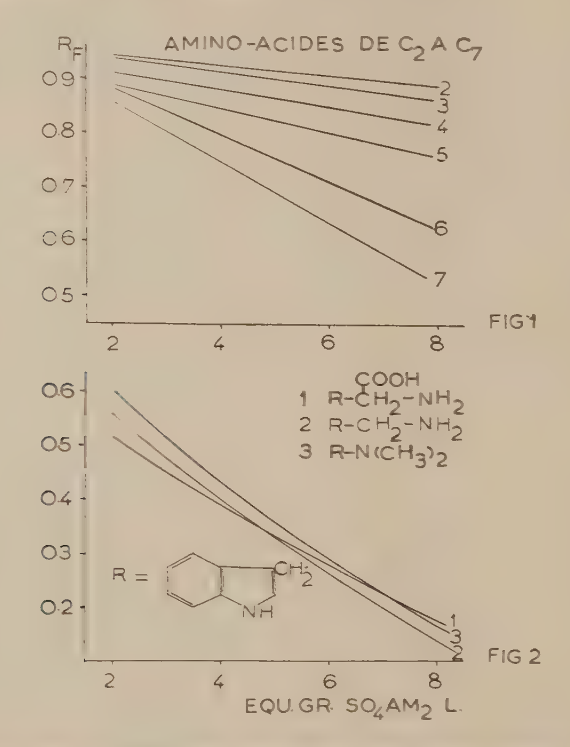
Les relations de structure vérifiées pour des groupes d'alcaloïdes

---

(1) A. Resplandy, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 2527.

(2) A. Resplandy, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 496.

s'observent également pour des séries homogènes telles que celles des α-amino-acides, des acides β-indoliques, des sels d'ammonium quaternaires, etc. Les courbes $R_f = f$ (concentration en électrolytes) de ces séries forment des faisceaux semblables à ceux que donnent les familles d'alcaloïdes (²) [cf. *fig.* 1, où sont représentées les courbes $R_f = f$ (C) des α-aminoacides à chaîne linéaire de C_2 à C_7].



L'unité de structure d'amines ayant des molécules bâties sur un même type mais appartenant à des séries différentes se dégage de leur comportement chromatographique. Les résultats consignés dans le tableau I montrent par exemple qu'une amine de synthèse, un alcaloïde et un acide α-aminé ayant une grande analogie de structure se chromatographient sensiblement suivant les mêmes conditions.

Tableau I.

R_f pour différentes solutions de sulfate d'ammonium.

Équivalent/gramme de sulfate d'ammonium par litre	2	4	6	8
β-phénylisopropylamine	0,83	0,71	0,59	0,46
Éphédrine	0,83	0,71	0,59	0,49
Phénylalanine	0,85	0,74	0,61	0,51

Dans ces derniers cas les courbes $R_f = f(C)$ se localisent dans une zone relativement étroite du diagramme, mais on n'observe pas nécessairement des groupements sans intersection comme pour les séries homogènes ou les familles naturelles (alcaloïdes). On obtient des diagrammes tels que celui de la figure 2 où sont représentées les courbes $R_f = f(C)$ du tryptophane (1), de la tryptamine (2) et de la gramine (3).

Ainsi le champ d'application de la technique de chromatographie par des solutions d'électrolytes est très étendu. L'analyse chromatographique d'une amine indéterminée, en vue de son identification, peut être améliorée ou rendue possible en prenant des éléments de référence en dehors de la série ou du groupe auquel cette amine appartient. Enfin, dans le cas de l'étude de structures d'alcaloïdes, on peut tirer rapidement des renseignements précieux de l'examen direct des fractions azotées que l'on obtient par les différents processus de dégradation.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Production de sulfures de cuivre par compression unilatérale de poudres cristallines des corps simples.* Note de M. **Raymond Hocart** et Mlle **Aline Sorel**, présentée par M. Charles Mauguin.

Les expériences sont conduites en se référant au diagramme de fusion du soufre établi par Tammann. Des domaines d'existence sont établis pour quatre types de sulfures cristallisés.

Nous avons cherché à déterminer les différents sulfures formés par compression unilatérale d'une pastille de soufre cristallisé, pulvérisé (diamètre des grains : 20 à 50 μ), contre une pastille de cuivre (diamètre des grains : 10 μ) fraîchement réduit. Les conditions de température et de pression sont définies par le diagramme de Tammann dont nous avons contrôlé la validité d'application dans le domaine de 500 à 2000 kg/cm² et de 20° à 170° C. La durée uniforme des compressions faites est de une heure.

Dans ces conditions, la réaction fait intervenir seulement les grains de la couche de contact qui est de 20 μ environ. La concentration atomique initiale du cuivre est égale ou supérieure à celle du soufre. Il n'y a aucune diffusion.

Les produits de réaction ont été étudiés par des diagrammes de poudres, en partant de clichés de référence : chalcocite de Bristol (Connecticut) et covellite de Calaboue-Alghero (Sardaigne). Pour la digénite, nous avons pris les valeurs indiquées par Rahlfs [1] et Buerger [2], et pour la digénite de maille multiple les valeurs données par Molé [3] (dig. ss.).

---

(1) *Z. f. physik. Chem.*, 31, B, 1956, p. 157.

(2) *Amer. Mineral.*, 27, 1942, p. 712.

(1) *Thèse*, Masson, Paris, 1952.

	θ ord.	100°	120°	140°	150°	160°	170°
500 kg/cm² θ_F = 129°C	pas de reaction decelable	covellite	covellite	chalcocite covellite digenite			
1000 kg/cm² θ_F = 143° C	covellite	covellite	covellite digenite dig SS	covellite digenite dig SS	chalcocite covellite digenite		
1500 kg/cm² θ_F = 156°C	digenite	covellite digenite dig. SS	covellite digenite dig. SS	covellite digenite dig. SS	covellite digenite dig. SS	chalcocite	
2000 kg/cm² θ_F = 167°C	digenite	covellite digenite dig. SS	covellite digenite dig. SS	covellite digenite dig. SS	covellite digenite dig. SS	covellite digenite dig. SS chalcocite	chalcocite covellite

Fig. 1.

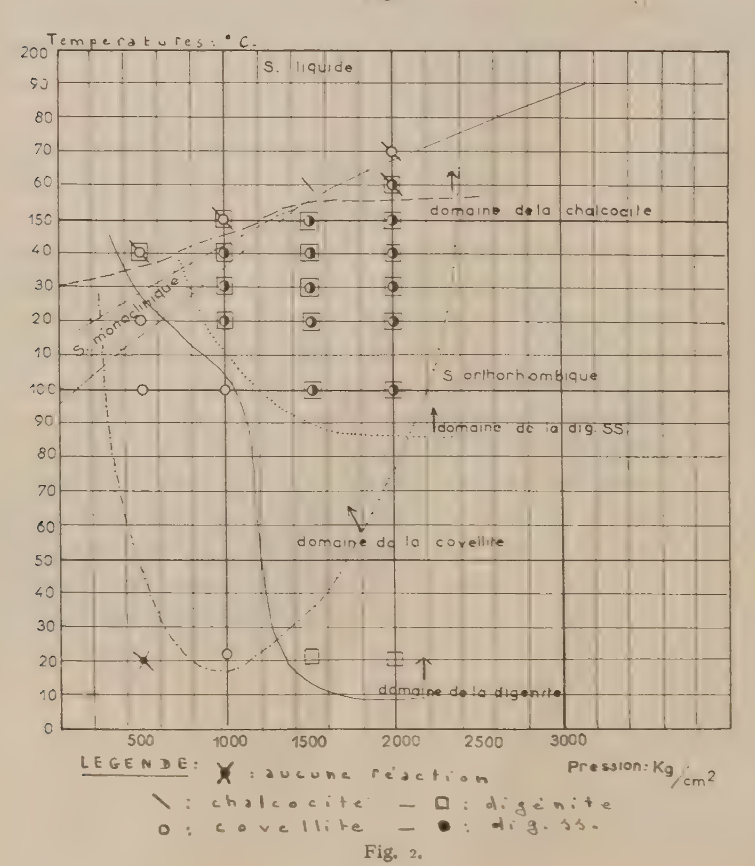


Fig. 2.

Nous donnons, (*fig.* 1), un tableau indiquant les principaux résultats. Ce tableau montre que :

— la nature des sulfures obtenus est fonction de la température et de la pression ;

— le nombre de phases cristallisées obtenues est fonction de la température et de la pression.

Ces observations permettent donc de délimiter les domaines d'existence des différents sulfures (*fig.* 2), dans les conditions expérimentales précisées ci-dessus.

On remarque que la covellite est présente dans la plupart des cas, sauf notamment à température ordinaire sous 1 500 à 2000 kg/cm².

D'autre part, le vieillissement des pastilles à l'air, à température ordinaire, donne dans tous les cas, en un mois environ, de la covellite. C'est aussi cette phase qui subsiste seule, par un recuit des pastilles à 105° dans l'azote en quelques heures.

La covellite correspond, dans nos expériences, aux moindres contraintes de température et de pression.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Configuration structurale absolue du chlorure cuivreux, du bromure cuivreux, et de la chalcopyrite; vérification d'une théorie morphologique des cristaux mériẻdres non centrés.* Note de MM. **Jean-Claude Monier** et **Raymond Kern**, présentée par M. Charles Mauguin.

L'étude du faciès et la détermination de la configuration structurale absolue nous ont permis d'effectuer sur la sphalérite, la wurtzite, la zincite, NH_4F et le carborundum α une première vérification ([1]) de notre théorie des groupes mérièdres non centrés ([2]). Les résultats obtenus avec CuCl, CuBr, SiCβ, groupe $F\bar{4}3m$ (T_d^2) et $CuFeS_2$, groupe $I\bar{4}2$ (D_{2d}^{12}), sont également en accord avec nos prévisions.

1. Les cristaux de CuCl et CuBr que nous avons étudiés ont été obtenus à partir de la solution dans l'hydracide correspondant. Ils se présentent sous forme de tétraèdres. L'étude piézoélectrique, faite dans chaque cas sur une dizaine d'entre eux, montre que les charges développées sur les faces du tétraèdre sont toujours positives. Les tétraèdres de CuCl et CuBr sont donc tous soit directs, soit inverses.

Le carborundum β a, d'après l'observation de H. Braekken ([3]), un faciès octaédrique qui ne révèle pas l'absence de centre de symétrie.

Les échantillons de chalcopyrite, provenant du gisement de Cherokée

---

([1]) R. Kern et J. C. Monier, *Comptes rendus*, 240, 1955, p. 2430.

([2]) J. C. Monier et R. Kern, *Comptes rendus*, 240, 1955, p. 2338.

([3]) *Z. f. Krist.*, 75, 1930, p. 572.

(Kansas), sont des sphénoèdres. Nous avons taillé des faces parallèles aux faces naturelles et étudié les figures de corrosion sur deux faces opposées d'une dizaine de cristaux. Après attaque à l'acide nitrique, l'aspect des figures est différent sur les faces taillées et sur les faces naturelles ; il est toujours le même d'un cristal à un autre pour chacune de ces faces. Par conséquent, tous ces sphénoèdres sont tous soit directs, soit inverses.

2. Pour déterminer la relation qui existe entre le faciès de ces cristaux et leur structure, nous utilisons le phénomène de dispersion anormale des rayons X. Nous faisons résonner le cuivre (discontinuité d'absorption K, $\lambda_K = 1,37765$ kX) présent dans CuCl, CuBr et $CuFeS_2$ à l'aide du rayonnement K_{β_1} du zinc ($\lambda_{K\beta_1} = 1,29261$ kX). Les taches de diffraction dues aux rayonnements K_{α_1} et K_{α_2} du zinc ($\lambda_{K\alpha_1} = 1,43222$ kX et $\lambda_{K\alpha_2} = 1,4304$ kX), nous servent de référence. Le tableau résume les résultats obtenus :

Espèces.	Position des atomes — Cu.	Position des atomes — Cl, Br ou S.	Calculés $\frac{F^2_{333}}{F_{\bar{3}\bar{3}\bar{3}}}$ ou $\frac{F^2_{336}}{F_{\bar{3}\bar{3}\bar{6}}}$.	Observés $\frac{\text{1 face taillée}}{\text{1 face naturelle}}$.
CuCl	0, 0, 0	1/4, 1/4, 1/4	1,60	$\geqslant 1$
CuBr	0, 0, 0	1/4, 1/4, 1/4	1,69	$\geqslant 1$
$CuFeS_2$	0, 0, 0	0,23, 1/4, 1/8	1,28	$\geqslant 1$

En fonction des positions atomiques indiquées dans le tableau, les indices des faces du tétraèdre de CuCl et de CuBr sont du type $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ et ceux des faces du sphénoèdre de $CuFeS_2$ du type $(\bar{1}\bar{1}\bar{2})$. L'étude piézoélectrique des cristaux et celle de leurs figures de corrosion ont montré que les faces naturelles sont identiques, c'est-à-dire ont même type de notation. Les résultats obtenus à l'aide des rayons X dans les trois cas sur un seul cristal doivent donc être étendus à dix d'entre eux.

3° La répartition des atomes perpendiculairement à un axe [111] dans les chlorure et bromure cuivreux se fait dans des plans structuraux (111). Dans la chalcopyrite, il en est de même parallèlement aux plans (112). La structure suivant les directions perpendiculaires à ces plans peut être considérée comme formée d'unités de croissance composées d'un plan Cu ou Cu + Fe et d'un plan Cl, Br ou S, liés trois fois plus fortement que les unités entre elles. Ces cristaux ont donc, comme nous l'avons déjà dit [1], une probabilité maximum d'être formés d'un nombre entier d'unités de croissance et leurs faces naturelles se termineront soit par Cu ou Cu + Fe, soit par Cl ou Br ou S.

En nous référant aux déterminations de la configuration structurale absolue, nous constatons que les faces naturelles du type $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ de CuCl et CuBr se limitent par un plan Cl ou Br et les faces naturelles du type $(\bar{1}\bar{1}\bar{2})$ de la chalcopyrite par un plan S. Les faces naturelles contiennent donc l'élément le plus polarisable Cl^- ($\alpha = 3,53.10^{-24}$ cm³), Br^- ($\alpha = 4,97.10^{-24}$ cm³) et S^{2-} ($\alpha = 8,6.10^{-24}$ cm³), alors que les faces du deuxième tétraèdre qui sont

inexistantes contiendraient l'élément le moins polarisable, Cu^{+} ($\alpha \neq 0,5.10^{-24}$ cm^3) et Fe^{++} ($\alpha \neq 0,5.10^{-24}$ cm^3). Les polarisabilités α du fer et du cuivre sont calculées à l'aide de la formule de Lorenz-Lorentz en utilisant les indices de réfraction extrapolés pour $\lambda = \infty$.

Le faciès tétraédrique ou sphénoédrique des cristaux de CuCl, CuBr et $CuFeS_2$ s'interprète selon notre théorie ([2]), de la manière suivante : la probabilité de sédimentation d'une particule sur des faces du type (111) et $(\bar{1}11)$ ou (112) et (112) est la plus faible sur celle qui contient l'élément le plus polarisable, Cl, Br ou S, par suite du terme de polarisation qui intervient dans l'expression de cette probabilité. L'extension latérale des faces $(1\bar{1}1)$ ou $(\bar{1}12)$ est donc la plus grande (vitesse normale de croissance la plus faible).

Dans le cas de SiCβ, les probabilités de sédimentation sur deux faces opposées du type (111) et $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ sont presque identiques par suite de la différence de polarisabilité très faible du carbone et du silicium. Les deux types de faces (111) et (111) ont un développement égal, ce qui est confirmé par l'observation.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Diffusion des rayons X par un monocristal liquide nématique.* Note de M. **Jean Falgueirettes**, présentée par M. Charles Mauguin.

Les seules études effectuées aux rayons X sur les liquides nématiques sont antérieures à 1934 ([1]). L'orientation était obtenue par action d'un champ magnétique sans tenir compte de l'orientation par les parois et on utilisait un rayonnement filtré; les résultats n'étaient sans doute pas reproductibles, aussi sont-ils restés pratiquement qualitatifs. Il a paru utile de reprendre cette étude dans des conditions expérimentales plus rigoureuses.

Le paraazoxyanisol fond à 116° en donnant un liquide nématique. Le passage à la phase isotrope à lieu a 134°. Si cette substance est fondue entre lames frottées ([2]), elle donne naissance à une lame nématique d'orientation uniforme, lame équivalente au point de vue optique à une préparation taillée dans un uniaxe, parallèlement à l'axe qui est lui-même parallèle à la direction de frottement. C'est ce que nous appellerons un monocristal liquide.

On a donc utilisé pour cette étude une lame liquide nématique orientée, verticale, avec son axe optique horizontal, maintenue par capillarité entre deux lames de mica frottées et très minces (0,02 mm). L'équidistance de ces lames était assurée par trois cales de 0,25 mm. L'ensemble, maintenu

---

([1]) P. W. Glamann, K. Herrmann et A. H. Krummacher, *Z. Krist.*, 74, 1930, p. 73.

([2]) P. Chatelain, *Bull. Soc. franc. Min.*, 66, 1943, p. 105.

dans une presse, est placé dans un four (muni d'ouvertures) dont la température est assurée à 1° près. La préparation ainsi obtenue est placée perpendiculairement au rayon moyen d'un faisceau de rayons X monochromatique (Cu $K_{\alpha_1 \alpha_2}$) obtenu par réflexion sur une lame de quartz courbée. Le rayonnement diffusé est recueilli sur un film cylindrique placé dans une chambre à focalisation de Guinier, en position symétrique par rapport au faisceau, l'axe de la chambre étant vertical.

Les clichés obtenus ont un aspect général analogue à celui d'un corps amorphe; mais alors que pour ceux-ci, de même que pour l'azoxyanisol à l'état isotrope, les anneaux sont de révolution, dans le cas d'un monocristal liquide nématique, ils sont limités à des arcs de cercle. Le diamètre angulaire de l'anneau le plus intense est de 20°; il correspond à une distance réticulaire de 4,4 Å. Cette distance est de l'ordre de grandeur du diamètre transversal de la molécule d'azoxyanisol. Ceci conduit à penser que ces anneaux sont dus à des groupes de molécules dont les directions d'allongement sont parallèles, groupes ayant des orientations privilégiées dans le monocristal liquide, ce qui limite les anneaux à des arcs de cercle.

En vue d'étudier la répartition de ces groupes autour de l'axe d'isotropie, l'intensité diffusée a été déterminée pour les diverses directions. Pour cela, on a mesuré par voie photométrique la densité photographique aux divers points des clichés (le temps de pose, 3 h, a été choisi de façon à ce que les densités maxima soient limitées à 0,8; dans ces conditions, la variation de densité en fonction de la lumination peut être regardée comme linéaire).

Les valeurs ainsi trouvées ont été corrigées de la diffusion par l'air, puis ramenées au cas théorique d'une pellicule photographique sphérique.

$t = 116°$.

$x°$... $y°$...	0.	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	22.	26.	30.
0...	–	–	–	20	23	25	26	26	25	24	22,5	24	23
4...	–	–	–	25	26	27	27,5	27	26,5	26	24	25,5	24
8...	30	30	31	32	34	35	36	35	33,5	31	27	26	25
12...	38	38	40	43	46	47	46	43	39	34	29	26	25
16...	65	65	66	67	66	61	55	48	41	35	29	26	24
18...	80	81	80	78	72	64	55	58	41	35	29	26	24
20...	90	88	85	78	70	60	52	46	40	34	27	25	24
22...	80	79	76	70	63	57	50	44	38	32	27	25	24
24...	70	69	67	63	57	51	46	40	34	31	27	25	24
28...	46	45	44	40	37	35	33	31	30	28	26	24	23
30...	36	36	35	34	32	31	30	29	28	26	25	23	22

Le tableau ci-dessus donne des valeurs relatives de l'intensité diffusée en fonction des coordonnées sphériques normales; x étant l'angle du plan vertical passant par le rayon diffusé avec le plan vertical passant par

le faisceau incident, et y l'angle du rayon diffusé avec le plan horizontal. L'intensité diffusée peut être regardée comme la somme algébrique de l'intensité diffusée par les molécules supposées isolées, et de l'intensité due aux interférences entre molécules; ce qui explique que dans le tableau ci-avant nous nous limitions à la région où les variations sont fortes.

Si l'on fait varier la température, les maxima s'étalent au fur et à mesure que la température augmente.

Une deuxième série d'expériences a été faite avec une préparation plus épaisse, dont l'orientation était assurée par les parois et par un champ magnétique agissant comme les parois. Les résultats ont été absolument identiques, aux erreurs d'expérience près. Ceci permet d'affirmer qu'un champ magnétique agissant comme les parois, ne modifie pas la structure d'une lame monocristalline, et cela dans des conditions où l'orientation par les parois ne suffit pas pour obtenir une préparation homogène.

Ce résultat est intéressant du point de vue pratique, car la combinaison des actions concordantes du champ et des parois permet d'obtenir des lames épaisses bien orientées et par suite de diminuer le temps de pose et les corrections dues à la diffusion par l'air.

Il est également intéressant du point de vue théorique : le champ magnétique ne modifie pas l'agitation thermique, ce qui confirme les résultats obtenus par les méthodes optiques [3].

GÉOLOGIE. — *L'Éocène inférieur des provinces de Burgos, d'Alava et de Navarre occidentale (Espagne).* Note de M. **Jean-Philippe Mangin**, présentée par M. Charles Jacob.

De l'Ouest à l'Est, de Villarcayo jusqu'aux environs de Pamplona (Estella), les terrains nummulitiques affleurent suivant un synclinal presque continu, sur les flancs duquel, entre le Crétacé terminal et les premiers niveaux à petites Nummulites, s'intercale un complexe épais de 100 à 150 m, avec des horizons variés. Cette variété fait que l'attribution stratigraphique de ces horizons change avec l'auteur et la région. Une étude d'ensemble m'a permis d'y reconnaître deux niveaux assez nettement différenciés qui peuvent se suivre sur plus de 180 km. Ils se prolongent d'ailleurs beaucoup plus loin vers l'Est, dans les « Sierras » navarro-aragonaises.

a. Au niveau de base reviennent 40 à 50 m de calcaires de nature variée. Lithographiques vers l'Est (Urbasa), ils offrent en Alava, sur la bordure Sud du pli, des caractères saumâtres et deviennent franchement dolimitiques vers l'Ouest, à Manzanedo et Villate par exemple.

---

(3) P. Chatelain, *Bull. Soc. franc. Min.*, 50, 1937, p. 360.

Ce niveau, généralement considéré comme stérile, m'a donné des Gastropodes et des Lamellibranches, souvent abimés par la dolomitisation et difficilement déterminables, des Foraminifères (*Valvulinidæ*, *Miliolidæ*) et, localement (Villate), des débris d'Échinides.

Sur le flanc Nord du synclinal, l'assise, que j'ai qualifiée de *Calcaires de San Miguel*, repose sur des calcaires gréseux du Mæstrichtien, à Orbitoïdes. Sur le flanc Sud, elle vient au-dessus de formations à faciès garumnien équivalentes des précédentes. Localement (Valdepuesta), elle est transgressive sur des calcaires à Rudistes.

b. Le second niveau, que j'appelle « *couches de San Justi* », succède partout au précédent. Il est plus varié et généralement représenté par 60 à 80 m d'une alternance de grès et de calcaires marneux ou pseudo-oolitiques dont la faible résistance à l'érosion contraste avec celle de l'horizon sous-jacent.

Les grès dominent vers l'Ouest. Assez purs, bien calibrés, blancs ou jaunâtres, ils ne m'ont fourni aucune faune sauf au sommet où j'ai observé, à Manzanedo, un niveau à *Ostrea perangusta*. Ces grès s'entremêlent de bancs calcaires à *Miliolidæ*, *Valvulidæ* qui finissent par dominer au sommet. La microfaune se complète alors d'*Operculina ammonea*, *Alveolina primaeva*, *Fallotella alavensis*.

A l'Est, dans les Sierras de Encia et Urbasa, les couches de San Justi se composent surtout de calcaires marneux, entremêlés de quelques niveaux de marnes grumeleuses et de rares bancs gréseux. Les calcaires ont la même microfaune qu'à l'Ouest, avec en outre des Discocyclines et des Lithothamniées.

Entre ces deux régions, au Sud de Vitoria (Alava), s'observent des faciès de transition comportant à la base une série principalement gréso-marneuse couronnée d'un banc à *Ostrea uncifera* sur lequel se retrouvent les calcaires à Algues et Foraminifères. A Azaceta (Alava), les marnes m'ont fourni *Textularia lontensis*, *Neorotalia sp.*, *Rotorbinella aff. colliculus*, *Anomalina packardi*, *Cibicides praecursorius*, *C. howelli*, etc. et de nombreux Ostracodes.

Relativement à la position stratigraphique de l'ensemble décrit, nous avons vu que le terme inférieur, ou calcaire de San Miguel, était trangressif vers le Sud par rapport aux dépôts marins du Crétacé terminal. La faune, par ailleurs, ne renferme plus aucune espèce typiquement crétacée et, par les Foraminifères, annonce plutôt la faune franchement éocène des couches du San Justi. Il me paraît donc logique de faire commencer le Tertiaire par les calcaires de San Miguel.

Vers le haut, les couches du San Justi passent, comme il a été dit, à des niveaux généralement calcaires, mais dans lesquels apparaissent pour la première fois : *Alveolina oblonga* et *Nummulites globulus*; ces calcaires sont à leur tour surmontés, en Navarre occidentale, d'une autre série de même nature qui fournit de grands Nummulites de l'Eocène moyen.

En résumé, dans la région étudiée, je rattache donc à l'Eocène inférieur les trois termes superposés suivants : Calcaires de San Miguel, Série du San Justi, Niveaux à *Nummulites globulus*.

L'attribution de chacun de ces termes aux étages classiques de l'Eocène inférieur pose une question délicate. Les événements paléogéographiques qui ont en partie légitimé l'établissement de ces coupures dans le Bassin belgo-parisien n'ont pas eu d'écho ici. Par ailleurs, il existe peu d'éléments faunis-

tisques de ce domaine qui puissent être comparés avec celui que j'ai étudié. Sans doute pourrait-il paraître plus facile et plus opportun de tenter une comparaison avec les subdivisions stratigraphiques de la série du versant Nord des Pyrénées voisines, mais pour cela il faudrait être assuré de la validité de ces subdivisions. Dans l'état actuel de mes recherches, il m'a paru plus prudent de me limiter à indiquer seulement, avec leurs caractères, les éléments de la séquence locale.

GÉOLOGIE. — *Corrélation entre les phases de latéritisation des Guyanes et les glaciations quaternaires.* Note (*) de M. **Boris Choubert**, présentée par M. Pierre Pruvost.

On sait que les Guyanes sont constituées par des terrains précambriens, bordés au Nord par des dépôts transgressifs du Quaternaire marin ([1]).

Dans ces derniers on distingue quatre séries, particulièrement bien représentées au Surinam : c'est là que les formations quaternaires sont les plus complètes; elles peuvent aisément être raccordées à celles des Guyanes anglaise et française dont elles ne diffèrent que par la puissance (plus de 2 200 m à l'Ouest dans la fosse de Berbice-Courantine; quelques dizaines de mètres à l'Est, en territoire français).

La stratigraphie de ces terrains, pauvres en fossiles (espèces actuelles et subactuelles), repose sur l'existence de plaines côtières étagées et de phases continentales intercalaires. Au cours du Quaternaire il y eût quatre transgressions et quatre régressions marines principales.

Ces séries sont formées d'argiles plus ou moins pures et de sables argileux, tantôt fins, tantôt grossiers; au Surinam et en Guyane anglaise elles contiennent des gisements de bauxite qui, par leur qualité et leur extension, sont les premiers du monde. D'après les auteurs hollandais ([2]), l'existence de deux phases au moins de bauxitisation semble actuellement démontrée. La plus importante, qui se situe au Quaternaire moyen, a atteint la portion du dépôt antérieurement exondée et les affleurements bauxitiques s'échelonnent à la limite Sud de l'ancienne mer.

Nous avons pu visiter les principales exploitations des Guyanes : les argiles kaolineuses, soumises à une évolution continentale, se sont transformées superficiellement en une carapace de bauxite. Celle-ci a été ensuite partiellement érodée. Enfin une nouvelle transgression, débutant par des dépôts lacustres (argiles à lignites ayant une stratification entrecroisée

---

(*) Séance du 27 juin 1955.

([1]) B. Choubert, *C. R. XIXe Cong. Géol. Int.*, Alger, 1953.

([2]) J. P. Bakker, H. Kiel et H. J. Muller, *Geologie en Mijnbouw*, n° 5, juin 1955.

et contenant de la pyrite), a recouvert l'ensemble de sables et d'argiles d'origine marine. Ces dépôts ravinent la surface de la bauxite, qui forme des couches doucement inclinées vers la mer, d'une épaisseur atteignant parfois 6 m.

En Guyane française on ne connaît jusqu'à présent que la bauxite des plateaux, antérieure au Quaternaire. Au niveau des « terres basses » on n'observe que des couches latéritiques intercalées dans les sédiments quaternaires et formées, soit au détriment d'une argile sédimentaire impure, soit à partir de roches du socle décomposées, recouvertes par le Quaternaire marin.

Les niveaux maxima atteints par les différentes transgressions sont indiqués par les terrasses marines suspendues au flanc des collines de l'Ile de Cayenne et des montagnes de Roura et de Kaw. Leurs altitudes correspondent dans l'ensemble aux « niveaux » classiques des terrasses attribuées à l'eustatisme en Europe méridionale et en Afrique du Nord. On y trouve en outre des niveaux intermédiaires, dus sans doute aux mouvements épirogéniques.

Ces terrasses sont recouvertes de carapaces latéritiques qui les ont préservées de l'intense érosion due aux pluies équatoriales. Puisqu'elles correspondent aux maxima marins, c'est donc dès le début de la régression suivante que la latéritisation devait se produire. Or les transgressions quaternaires marquent les périodes interglaciaires (« interpluviaux ») et les régressions, les périodes glaciaires (« pluviaux »). On peut en déduire que la formation des latérites des Guyanes correspond à l'extension des glaciations dans l'hémisphère septentrional : le climat, devenu tropical dans les régions voisines de l'équateur actuel, avec périodes pluvieuse et sèche bien tranchées, était propice à cette évolution.

Le climat équatorial, par contre (deux périodes pluvieuses et deux périodes sèches) est peu favorable à la naissance de cuirasses, et celles qui existent actuellement sous ces latitudes sont en voie de destruction. Nous l'avons maintes fois constaté au cours des séjours que nous avons faits au Gabon et dans les Guyanes.

Les gisements de bauxite du Surinam et de la Guyane anglaise doivent leur conservation à une couche protectrice de sédiments marins; ceux de la Guyane française sont résiduels.

En résumé, la formation des latérito-bauxites des « terres basses » des Guyanes semble, de même que les transgressions et régressions marines quaternaires, être en corrélation avec les quatre glaciations de l'hémisphère septentrional. La phase de glaciation du Quaternaire moyen, la plus importante, serait à l'origine des puissants gisements de bauxite du Surinam et de la Guyane anglaise.

GÉOLOGIE. — *Application aux schistes lustrés de Bastia (Corse) du principe de comparaison des faciès pétrographiques.* Note (*) de MM. **Amitava Dutt** et **Jean Laporte**, présentée par M. Pierre Pruvost.

Les schistes lustrés bastiais ne sont pas séparables pétrographiquement des schistes antéhouillers d'Osani.

« Les schistes lustrés de Corse sont tellement identiques *pétrographiquement* aux schistes lustrés des Alpes et ils s'accompagnent d'un cortège de roches vertes tellement identique, que l'on ne peut pas douter de leur rattachement à cette vaste *série compréhensive* de P. Termier. Leur âge *irait* ainsi du Trias supérieur à l'Éocène inférieur. » Telle est la conclusion d'E. Maury dans la notice explicative de la feuille de Luri; c'est l'opinion à laquelle se rattachent toujours les géologues qui se penchent sur la stratigraphie de la Corse.

1. Considérée sous l'angle pétrographique, la région bastiaise, si nous laissons de côté les cipolins, offre trois faciès lithologiques principaux : 1° des schistes séricíteux bleutés; 2° des schistes verts; 3° un complexe de roches basiques et ultrabasiques pénétrant les schistes.

Le schiste gris bleuté, friable, finement plissoté, à patine mordorée sur les faces altérées, se compose essentiellement de quartz, dont les cristaux granoblastiques alternent en lits d'un à plusieurs millimètres avec des bandes phylliteuses où prédomine la séricite. L'albite et la calcite sont parfois abondantes. Ritsema (¹) signale jusqu'à 50 % d'albite près des ophiolites; mais les deux minéraux peuvent manquer complètement. Accessoirement, on a reconnu épidote, sphène et oxydes de fer.

A cette liste, les recherches de l'un de nous (J. L.) ajoutent la *biotite*, fréquente en différents points du Cap Corse sans qu'il semble possible de tracer une zone de schistes à deux micas. Son pourcentage atteint facilement 5 % dans une roche où l'analyse volumétrique compte 45 % environ de phyllites; nettement pléochroïque, elle est souvent chloritisée. Signalons que des couches minces, mais parfois nombreuses, de *graphite*, soulignent les microplissements de la roche.

A propos d'enclaves de schistes lustrés bleutés dans le bord oriental du granite du Tenda, Stam (²) écrit : « La biotite est un minéral caractéristique des schistes pré-permiens et il est donc très probable que les inclusions qui contiennent de la biotite sont des schistes pré-permiens. »

(*) Séance du 27 juin 1955.

(¹) *Géologie de la région de Corte, Corse* (*Thèse*, Amsterdam, 1952).

(²) *Géologie de la région du Tenda septentrional, Corse* (*Thèse*, Amsterdam, 1952).

La présence de biotite dans un schiste ne peut être un argument de datation, pas plus d'ailleurs que de différenciation d'avec les schistes bastiais, puisque ces derniers en contiennent.

Enfin, les schistes lustrés du Cap Corse offrent en plusieurs points des *minéralisations d'antimoine* (stibine) ayant fait l'objet de concessions.

Quant aux schistes verts, ils associent essentiellement, dans une structure lépidoblastique homogène et microgrenue, le quartz, parfois assez abondant pour former des quartzites, la séricite, la chlorite, l'épidote, l'albite et l'actinote.

2. Or, à l'Ouest de la Corse, le soubassement du Bassin d'Osani est un complexe métamorphique où ces trois faciès lithologiques se distinguent également : 1° des schistes séricitenx bleutés; 2° des schistes verts; 3° des amas de serpentine.

Sur le type séricitenx bleuté, donnant par altération des reflets mordorés, des plissotements minuscules fripent les plans schisteux. Outre des bandes minces de *graphite*, le microscope montre une alternance de lits quartzeux et phylliteux ayant en moyenne 2 à 3 mm d'épaisseur. Les cristaux de quartz xénomorphes, à extinction roulante, voisinent avec la séricite, la *biotite* et 5 % environ d'un feldspath de néoformation, rarement mâclé, qui est de l'*albite* (signe optique +, 2 V = 75 à 80°, clivage 010 souvent parfait). Le pourcentage d'anorthite varie de Ab. 10-An. 0 à Ab. 9-An. 1 (3). Et, selon Nentien (4), l'*antimoine* existe « à Tetti près de Galeria, *au milieu des schistes précarbonifères du Nord-Ouest* ».

Les schistes verts d'Osani forment une roche plus compacte que le schiste séricitenx. Le quartz abondant y coexiste avec séricite, chlorite, albite et de l'épidote en aggrégats irréguliers.

Ces formations cristallophyliennes du Bassin d'Osani sont antéwestphaliennes, car dessus reposent le Houiller fossilifère, couronné par une brèche volcanique polygénique contenant des morceaux du Houiller et du soubassement de micaschistes.

Quant au cortège ophiolitique, s'il n'atteint pas, étant donnée l'exiguïté des affleurements, l'importance qu'il a plus à l'Est, il existe cependant. Citons D. Hollande (5) : « A l'usine de l'Argentella, il y a, intercalée dans des schistes, une masse de gabbro-serpentine.... Donnet et Romagnoli ont signalé des amas de serpentine entre Galeria et le ruisseau de Marzolino, également dans le Niolo. »

3. Donc, une ressemblance frappante rapproche les formations méta-

---

(3) Ainsi l'albitisation ne se trouve pas seulement dans la Corse orientale et, de même que pour la biotite, il s'agit d'un phénomène pétrographique commun aux deux régions.

(4) *Mém. Carte Géol. Fr.*, 1897, p. 212

(5) *Géologie de la Corse*, Grenoble, 1917, p. 28.

morphiques de la région bastiaise de celles d'Osani, analogie non seulement des faciès, mais mieux encore des associations lithologiques; par contre, les schistes lustrés alpins diffèrent de ceux de Bastia, par le comportement des calcaires. En Corse, ce sont des bancs de cipolins localisés dans la série, alors que dans les Alpes cette localisation est rare, le calcaire imprégnant les schistes lustrés eux-mêmes.

La pétrographie nous conduit ainsi à ce dilemme : soit rejeter toute comparaison des faciès et de leurs associations entre les différentes régions d'Osani, de Bastia et, à plus forte raison, du Piémont, soit, si l'on reconnaît valable le parallélisme Est-Ouest en Corse, admettre que les schistes bastiais sont des dépôts affectés comme ceux d'Osani d'un métamorphisme d'âge permo-carbonifère.

GÉOLOGIE. — *Le Quaternaire continental de la basse vallée du Var.* Note de M. **Jacques Bourcart**, présentée par M. Pierre Pruvost.

La région niçoise a été le berceau de la célèbre théorie de Charles Depéret : depuis le début du Quaternaire, la mer aurait abandonné des plages à des altitudes régulières entre 100 m et son niveau actuel; des terrasses fluviales, leur correspondant exactement à des hauteurs relativement analogues, se trouveraient dans toutes les vallées fluviales.

Dans une série de publications (1), mes élèves et moi, nous avons montré que cet étagement régulier de plages n'existait pas en réalité. Par ailleurs, on devrait, si la théorie eustatique était vraie, retrouver la trace des quatre transgressions marines dans une basse vallée comme celle du Var. En fait, nous n'avons jamais pu y observer aucun Quaternaire *marin* entre la mer et l'entrée de la gorge de la Mescla.

Cette partie de la vallée du Var, d'après la carte géologique de Nice au 1/80 000e (2e édition), due à Léon Bertrand, est entièrement creusée dans ce qu'on appelle habituellement les conglomérats du « delta pliocène du Var ». Sur la rive droite, le fleuve serait bordé par des « terrasses alluviales » superposées. Sur la rive gauche, des limons rouges, caillouteux à la base, ravineraient les poudingues « pliocènes » des plateaux niçois, dessinant d'anciens talwegs.

Nous avons montré récemment, F. Ottmann et moi (2), qu'entre Aspremont et Nice, une formation assez variée de cailloutis sableux et de sables jaunes, passant au sud à des limons loessiques, séparent les limons rouges

(1) J. Bourcart et F. Otmann, *Bull. Serv. Carte Géol. France*, 52, n° 241, 1954, p. 322-329 (avec bibliographie antérieure).

(2) *C. R. somm. Soc. Géol. France*, 5-6, 1955, p. 70-71.

des poudingues « pliocènes ». Cette formation a subi, après son dépôt, une importante cryoturbation.

Une nouvelle série de recherches que j'ai entreprises entre Aspremont et la gorge de la Mescla, m'a montré que cette formation y prend une importance considérable. La carte géologique l'avait confondue avec le « Pliocène supérieur ». Elle est surtout caractérisée par des sables jaunes, mais contenant de très gros cailloux alpins, notamment de gneiss et de « grès de Contes ». Les plus gros blocs sont à peine émoussés, les plus petits bien roulés. Ils passent souvent à des lentilles de sables stratifiés ou même de marnes blanchâtres finement litées. Même dans la coupe classique de la Roquette, ce sont ces cailloutis, et non le « Pliocène supérieur », qui surmontent directement les argiles plaisanciennes.

La coulée caillouteuse vient de Levens (où sa base est à + 500 m) et descend au Var. Son axe suit à peu près le torrent de Saint-Blaise. Passant sur la rive droite du fleuve, on la retrouve au pied de Carros, où elle atteint 140 m d'altitude, elle se poursuit ensuite, au pied de la falaise « pliocène » jusqu'à Saint-Laurent. C'est elle qui forme la soi-disant terrasse.

Partout, la nature de ces sables à blocaux est la même. Les éléments alpins qu'ils contiennent sur la rive droite du Var ne peuvent provenir des chaînes uniquement calcaires qui les surmontent et ils sont trop gros pour être empruntés au Pliocène supérieur. En revanche, la formation est absolument identique au fluvio-glaciaire que L. Bertrand a figuré entre La Bollène et le Suquet dans la vallée de la Vésubie et qui, en réalité, descend jusqu'au verrou de Saint-Jean-la-Rivière (base aux environs de 400 m). Elle a pu facilement déborder vers la vallée du Var par le col de Levens (500 m).

La partie septentrionale de la basse vallée du Var est donc occupée, non par des terrasses alluviales, mais par une grande coulée de boue provenant de la fusion d'un glacier, antérieur aux limons rouges.

PÉDOLOGIE. — *Relations entre quelques aspects de la terre gelée et la structure.* Note de MM. **Stéphane Henin**, **Louis Locussol** et **Olivier Robichet**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

Nous avons insisté dans une Note précédente (¹) sur les deux aspects que présente le sol gelé. En terre meuble les agglomérats de terre sont séparés par des aiguilles de glace, en terre compacte la masse est divisée par des lamelles. Nous avons cherché à préciser le mécanisme de formation de ces structures.

(¹) S. Henin et O. Robichet, *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 2358.

La formation des aiguilles de glace entre les agglomérats de terre nous paraît due aux causes suivantes : au moment où la température s'abaisse, comme la conductibilité thermique est nécessairement moins bonne au contact entre les agglomérats de terre que dans la masse de ceux-ci, il doit y avoir une chute du gradient de température quand on passe des uns aux autres. Si l'on considère la dernière couche de particules gelées dans la profondeur du sol, on constate la tendance de l'eau libre à venir des zones plus profondes se prendre en masse au contact de cette couche. Si l'abaissement de température n'est pas trop rapide, le liquide alimente les cristallites qui se sont formés et ceux-ci tendent à s'allonger. Pour démontrer ce mécanisme, nous avons effectué les expériences suivantes. Des objets poreux briques ou tuiles, ont été enfoncés à plat en terrain humide jusqu'à ce que l'eau vienne affleurer leur surface supérieure en la mouillant complètement. Des petites particules de terre ont été disposées sur la surface ainsi préparée. Après une nuit de faible gel chaque particule de terre se trouvait alors supportée par un pédoncule de glace de 1 à 2 cm de hauteur reproduisant ainsi le phénomène observé dans le sol. Il est à noter que l'expérience ne réussit que si le gel n'a pas été trop intense. Si non, l'ensemble de la lame liquide est prise en glace et, les cristallites formés entre les agglomérats de terre et le corps poreux n'étant plus nourris par l'eau alors immobilisée, les particules de terre ne se soulèvent pas. C'est également ce qui se produit dans les sols quand la pénétration de l'onde de froid est trop rapide.

Pour préciser le mécanisme de l'alimentation du cristal par le film d'eau, nous avons opéré de la manière suivante : une bougie poreuse a été remplie d'eau puis enfoncée, l'extrémité ouverte tournée vers le bas, dans un sol humide. La surface poreuse de la bougie avait été partiellement frottée avec un papier imbibé d'huile végétale. On a constaté que cette dernière partie ne se recouvrait pas de glace alors que le reste de la bougie était entouré d'une couche continue de 0,5 cm environ d'épaisseur. Le dispositif ayant été maintenu en place plusieurs jours pendant une période de gel et de dégel, il s'est formé sur la partie enduite de matières grasses une série de cristaux extrêmement fins donnant l'impression que la bougie était recouverte de poils. Ce fait est attribuable à la formation de trous, à travers la très mince couche de matière hydrophobe, permettant ainsi à l'eau d'affleurer à la surface de la bougie et de s'y prendre en glace; le cristallite ainsi formé s'allonge étant alimenté en eau par la base. Cette expérience montre que les lamelles de glace ne peuvent se former et se développer que si l'eau forme un film continu. Or, la formation de ce film est impossible en présence de matières grasses hydrophobes. Ainsi toute discontinuité dans le film d'eau engendre la croissance de cristaux filiformes.

Pour mettre en évidence l'influence du gel sur une terre compacte, nous

avons préparé au laboratoire, par malaxage, des bâtonnets cylindriques de terre (Ø = 0,8 cm, L = 3 cm) amenée à une humidité voisine de la capacité pour l'eau (25 %). La terre ainsi préparée a été placée soit au contact du sol en place, soit séparée de celui-ci par des feuilles de papier, soit enfin maintenue à — 2° au frigidaire. Les bâtonnets de terre gelés après avoir passé une nuit dehors, ont été introduits, ainsi que les témoins non gelés, dans des flacons remplis d'alcool ou d'eau. Puis après 4 h de séjour et une agitation très modérée, les échantillons ont été passés aux tamis de 2 et de 0,2 mm. L'alcool permet la dissolution des lamelles de glace sans rompre les bâtonnets, alors que l'eau, en plus de cet effet, peut en provoquer la dislocation. Cette dernière expérience apporte donc des informations sur le comportement physico-chimique du sol traité. Les résultats reproduits dans le tableau montrent que les bâtonnets ont été divisés

Nature du traitement.

	Gelé au contact du sol.		Gelé sur papier.		Témoin maintenu à — 2° C.	
Immersion dans..........	Alcool.	Eau.	Alcool.	Eau.	Alcool.	Eau.
% agrégats stables > 0.2 mm...	86	54	90	57	100	68
% agrégats stables > 2 mm.....	66.5	29.5	82.0	40	100	50

par les cristaux de glace, d'ailleurs visibles sur les échantillons gelés, l'effet étant d'autant plus marqué que le matériel était plus humide. On ne trouve que 66,5 % d'éléments > 2 mm pour les bâtonnets posés à même le sol contre 82 % pour les bâtonnets gelés sur papier et 100 % pour ceux qui étaient conservés à — 2° C. Ces différences sont dans le même sens, quoique beaucoup moins marquées, avec les particules > 0,2 mm. Il en est de même pour le traitement à l'eau. On voit donc que, lors du gel, le développement des lamelles de glace, qui s'effectue suivant des plans faisant un angle d'environ 30° avec l'axe du cylindre de terre, en provoque la division. Celle-ci est d'autant plus poussée que les bâtonnets ayant été au contact du sol ont pu maintenir et même accroître leur humidité. L'effet produit paraît ainsi en liaison directe avec la teneur en eau des échantillons.

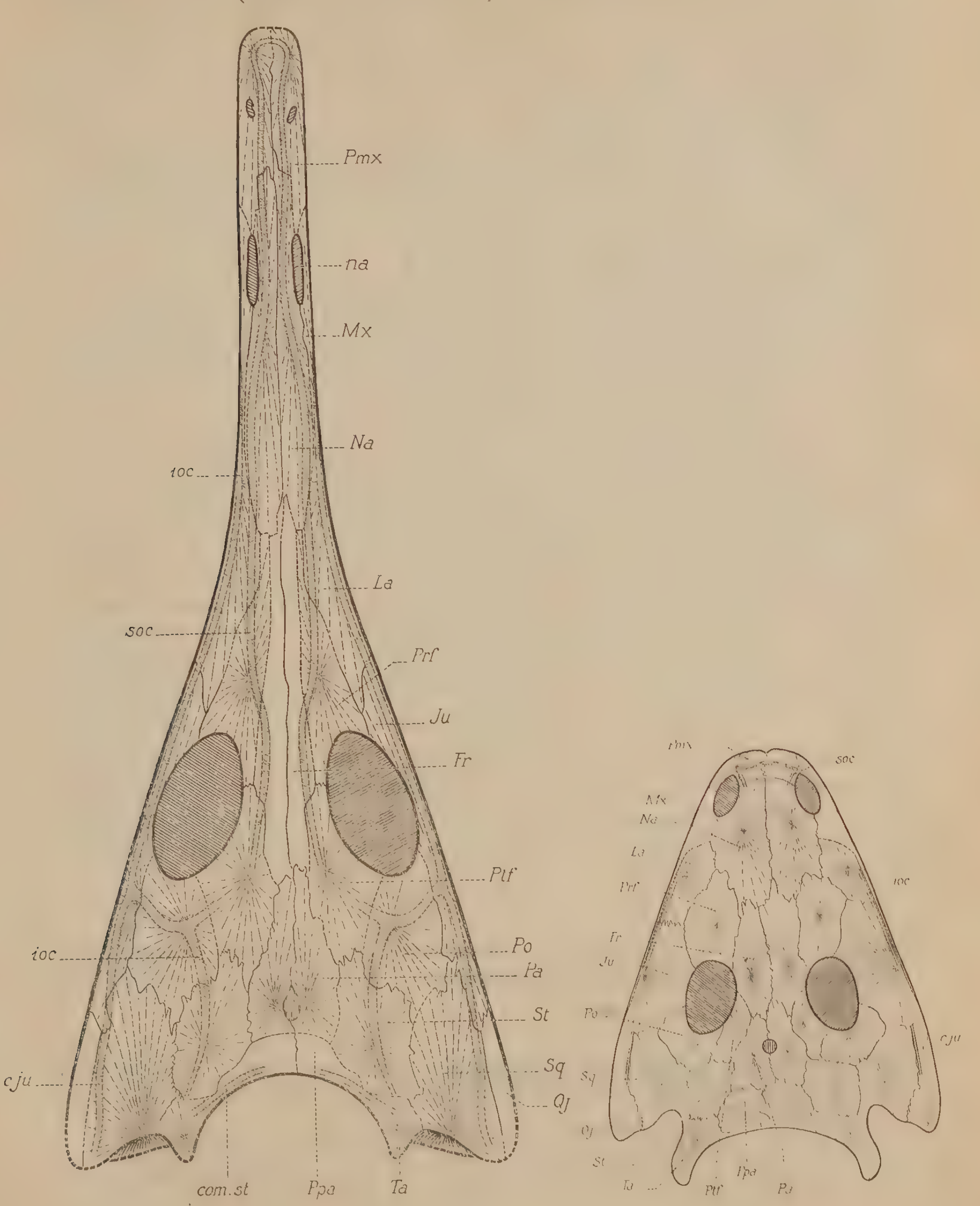
PALÉONTOLOGIE. — *Les Stégocéphales du Nord-Ouest de Madagascar.* Note de M. **Jean-Pierre Lehman**, présentée par M. Charles Jacob.

Tandis que l'on connaissait la présence de Stégocéphales dans le Sud-Ouest de Madagascar depuis 1926 (*Rhinesuchus* : J. Piveteau), les Stégocéphales du Nord-Ouest de l'île n'ont jusqu'ici jamais été décrits : seuls quelques fragments avaient été récoltés avant guerre [1] et avaient été rapprochés de *Capitosaurus*.

---

[1] Gouvernement général Madagascar (*Ann. Serv. Mines*, fasc. nº 12, 1926, p. 14).

J'ai pu recueillir dernièrement une assez riche faune de Stégocéphales triasiques dans les niveaux à Poissons de l'Eotrias inférieur marin du Nord-Ouest de l'île (environs d'Ambilobe). M. Nielsen m'a, d'autre part,



confié d'autres Stégocéphales qu'il avait collectés dans la même région en 1953. La plupart des spécimens observés appartiennent aux *Benthosuchidæ* (famille des Stéréospondyles voisine des *Capitosauridæ*) : ils possèdent, en effet, des cavités orbitaires assez grandes plus développées que chez les *Capitosauridæ* en général; leurs narines externes sont également grandes et éloignées du bord antérieur du museau; les sutures du parasphénoïde et des ptérygoïdes sont presque antéropostérieures, non obliques; les dents du vomer sont disposées en V et non en ligne droite. Le frontal vient en contact avec l'orbite; Römer (²) avait estimé que cette disposition caractérisait exclusivement les *Capitosauridæ*, mais chez *Benthosuchus*, dans les exemplaires jeunes, Bystrow et Efremov (³) ont noté que le frontal pouvait atteindre l'orbite; ce caractère est donc probablement peu important.

La forme générale du crâne, la largeur des apophyses des tabulaires et le grand développement des os nasaux permettent de classer au moins quelques uns de ces *Benthosuchidæ* dans le genre *Wetlugasaurus* (*figure de droite*) connu par ailleurs dans l'Eotrias russe (Timan méridional), au Groenland oriental et peut-être en Afrique du Sud. Le matériel contient aussi des *Benthosuchidæ* jeunes à crâne triangulaire court, à orbites très larges, à narines éloignées et à fosse pinéale assez antérieure située juste au niveau du bord postérieur des orbites. On sait que les faunes de Poissons de l'Eotrias de Madagascar et du Groenland sont voisines; la présence de *Wetlugasaurus* et celle d'un nouveau Trématosaure à Madagascar prouve que l'analogie des faunes avec le domaine nordique s'étendait aux Stégocéphales. Ce Trématosaure est un nouveau genre, *Wantzosaurus*, qui rapelle *Aphaneramma* (crâne assez élevé, tête très allongée surtout en avant des orbites, narines externes s'ouvrant loin en arrière de l'extrémité du museau); cependant, chez *Wantzosaurus* (*figure de gauche*) les apophyses des tabulaires sont peu développées et par suite les échancrures otiques sont peu profondes. *Aphaneramma* est une forme marine connue surtout au Spitzberg; par contre, les *Benthosuchidæ* proviennent, en Russie, de formations d'eau douce. L'association *Aphaneramma-Benthosuchidæ* à Madagascar confirme donc bien que l'Eotrias de Madagascar devait être marin, mais littoral.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur la comparaison d'anomalies gravimétriques et magnétiques au Sahara.* Note (*) de MM. Jean Castet et Jean Lagrula, présentée par M. Pierre Lejay.

Nous avons confronté deux séries de résultats concernant g et Z obtenus

(²) *Bull. Harvard Museum Compar. Zool.* 99, 1947, p. 315.
(³) *Trav. Inst. Paléont. Acad. Sci. U. R. S. S.*, 10, fasc. 1, 1940, p. 37.

(*) Séance du 27 juin 1955.

au cours d'une mission commune, en 1953, sur les itinéraires Médéa-Tamanrasset, Tamanrasset-Djanet, Tamanrasset-Timissao, In Salah-Amguid-Fort-Flatters-Ohanet, Fort-Flatters-Ouargla.

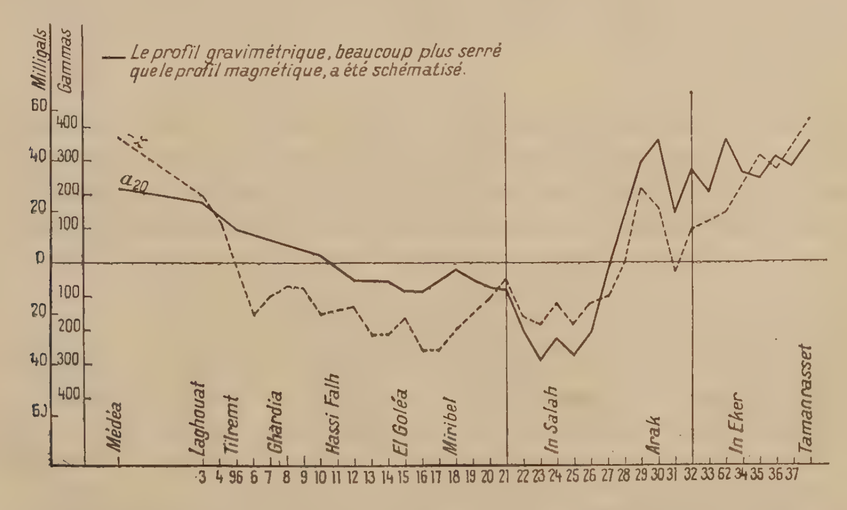
On ne saurait utilement comparer les valeurs brutes de g et Z. A partir des premières on a calculé les anomalies isostatiques a_{20}, a_{30}, a_{40}, a_{60}, pour les profondeurs T de compensation 20, 30, 40 et 60 km. On a finalement retenu a_{20} qui semble fournir la meilleure représentation structurale. Dans la présente comparaison, remarquons-le, c'est également a_{20} qui paraît préférable; on regrette même l'inexistence de tables numériques pour $T < 20$ km.

Quant aux valeurs Z de la composante verticale du champ magnétique terrestre, une fois réduites à la même époque (1953, 0), elles sont fonction de la latitude géomagnétique. Par une méthode purement empirique, nous définissons les anomalies z au moyen de la formule provisoire (sans terme en longitude ni terme du deuxième ordre en latitude) :

$$z = Z - 1130\,\lambda + 7\,370,$$

où z et Z sont exprimés en γ, où λ est la latitude géographique en degrés et où la constante 7 370 ne sert qu'à diminuer les $|z|$.

La comparaison des valeurs de z et a_{20} conduit aux constatations suivantes : la corrélation entre anomalies gravimétriques et magnétiques, très marquée en certaines régions, est assez floue en d'autres; là où elle est très marquée, elle fait intervenir un changement de signe : ce n'est pas z qui est comparable à a_{20}, mais à un facteur près, $-z$.



Sur le graphique ci-contre, on a porté le profil Médéa-Tamanrasset par la piste impériale n° 1; 10 mgal correspondent à 75 γ; a_{20} varie de -36 à $+48$ mgal, $-z$ de -250 à $+470$ γ.

De Médéa (+ 29) à la région d'In Salah, a_{20} diminue graduellement, avec de petites fluctuations, jusqu'à — 38. De son côté — z diminue de + 470 à — 250. Mais la variation est plus brutale que pour a_{20} et le minimum plus vite atteint (entre El Goléa et Fort-Miribel). Dans cette partie du profil, on peut dire que a_{20} et — z ont un air de parenté. De la station 21 à la station 32, il y a corrélation très nette, puis de nouveau, jusqu'à Tamanrasset, air de parenté.

A quoi tient le signe de la corrélation ? Il pourrait s'agir d'une inversion polaire (¹), de roches peu magnétiques (²) amenées au voisinage de la surface par les remontées du socle, ou d'hétérogénéités (³) de ce dernier.

A quoi tient, entre les stations 21 et 32, le caractère de la corrélation, que nous ne retrouvons, aussi marquée, sur les autres profils, qu'entre In Salah et Amguid ? Dans les deux cas, les terrains de surface sont plus anciens que le crétacé supérieur et exempts de roches volcaniques. La documentation magnétique actuelle ne permet aucune généralisation. Il serait très utile de la compléter.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE — *Essais d'isolement des substances excito-formatrices du lait de coco.* Note de MM. **Louis Duhamet** et **Charles Mentzer**, présentée par M. Roger Heim.

La croissance *in vitro* des tissus de Crown-Gall de Scorsonère peut servir de test biologique pour apprécier la présence dans le lait de coco de principes excito-formateurs différents des auxines. On peut obtenir par chromatographie sur poudre de bois d'un extrait butanolique des fractions actives et mettre en évidence l'existence de principes inhibiteurs.

Afin de rechercher la nature des principes excito-formateurs du lait de coco, nous avons réalisé de novembre 1950 à décembre 1952 des fractionnements de ce liquide; nous avons fait agir les produits obtenus sur des tissus de Crown-Gall de Scorsonère qui prolifèrent activement sous l'influence du lait de coco, mais sont insensibles aux auxines qu'il contient (¹). Ces tissus furent cultivés suivant la technique de Gautheret sur des milieux (¹) additionnés des produits de fractionnement.

Les principes actifs peuvent se concentrer dans l'éthanol, puis dans le

---

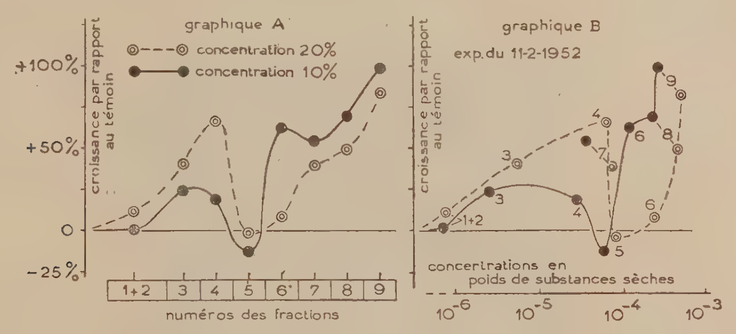
(¹) Asger Lundbak, *Congrès Géologique International*, Alger, 1952, fasc. IX, p. 135.

(²) Sparangen, in *Méthodes Géophysiques* par P. Geoffroy et P. Charrin, *Publications de la Carte géologique de l'Algérie*, p. 165.

(³) V. E. Barnes, F. Romberg et W. A. Anderson, *Congrès Géologique International*, Alger, 1952, fasc. IX, p. 151.

(¹) L. Duhamet, *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 770; *C. R. Soc. Biol.*, 145, 1951, p. 1781.

butanol [2]. A partir d'une solution butanolique, qui à une concentration équivalente à 10 % de lait de coco [3] titrait en substances sèches $5{,}9.10^{-4}$ et agissait sensiblement comme 10 % de lait de coco frais en doublant la vitesse de croissance des témoins, nous avons réalisé un fractionnement par chromatographie sur poudre de bois [4]. L'élution, effectuée au moyen de butanol saturé d'eau, permit de recueillir neuf fractions [5]. Celles-ci, après concentration sous vide pour éliminer le butanol, furent incorporées à des milieux de cultures à des concentrations de l'ordre de 10 et de 20 % (exprimées en volumes de lait initial).



Action sur la croissance des tissus de Crown-Gall de Scorsonère des produits isolés, par chromatographie de partage sur poudre de bois, à partir d'un extrait butanolique de lait de coco. Les taux d'accélération (ou d'inhibition) obtenus en présence des différentes fractions sont calculés par rapport aux accroissements de poids frais des fragments tissulaires développés sur le milieu témoin. Dans le graphique A toutes les fractions sont employées à deux concentrations correspondant à une addition de 10 ou de 20% de lait de coco au milieu de culture. Le graphique B représente les mêmes résultats mais les exprime en concentrations de substances sèches pour les deux doses utilisées.

Les graphiques A et B indiquent les pourcentages d'accélération ou d'inhibition de la croissance par rapport au témoin. Les courbes du graphique A correspondent à l'action de chaque fraction pour des concentrations équivalentes à 10 et à 20 % de lait initial. Dans l'ensemble, les fractions recueillies sont de plus en plus actives à mesure que le fractionnement se poursuit, toutefois la fraction 5 est, suivant la dose utilisée,

---

[2] L'alcool butylique ne permet qu'une séparation partielle : en traitant le résidu aqueux des épuisements butanoliques par l'acétate de mercure, on obtient un précipité qui, après décomposition par H_2S, puis élimination de celui-ci, est à la concentration de $2{,}25.10^{-4}$ sensiblement aussi actif que 10% de lait de coco (cette dose correspond à une addition de substances sèches de 7.10^{-3}) sur la croissance des tissus utilisés.

[3] On suppose que la fraction est ramenée au volume primitif de lait non traité.

[4] M. Woolley, du Rockefeller Institute for Medical Research (New-York), nous a confié cette poudre.

[5] Notons que la totalité des principes actifs de la fraction butylique n'est pas recueillie puisque le liquide de rinçage de la colonne par l'eau distillée conserve une activité notable.

inhibitrice ou inactive. La fraction 9 agit avec le maximum d'intensité : pour une dose équivalente en volume à 10 % de lait de coco non traité (et correspondant à $2,5.10^{-4}$ en substances sèches), la stimulation est presque de 100 % par rapport au témoin. Le graphique B montre qu'à mesure de l'élution (la fraction 7 mise à part), la concentration en substances sèches augmente. Dans l'ensemble les produits actifs ont été concentrés puisque les teneurs en substances sèches de toutes les fractions sont inférieures à celle de la fraction butylique initiale bien que l'activité des dernières soit au moins égale. On peut conclure que les principes actifs se concentrent dans les dernières fractions qui renferment les produits les plus solubles dans l'eau, mais existent aussi dans les premières telles que 3 et 4 permettant une prolifération plus active si l'on en double la concentration dans le milieu de culture. Une substance toxique, présente surtout dans la fraction 5, bloque complètement l'action stimulante, puis dans les fractions suivantes s'épuise progressivement; sa présence explique toutefois les effets plus faibles observés régulièrement lorsque la concentration des dernières fractions passe de 10 à 20 %.

Nos résultats ne sont pas en tous points semblables à ceux de Shantz et Steward : les substances isolées par ces auteurs ne sont actives qu'en présence d'hydrolysat de caséine [6], tandis que nos extraits manifestent leur action en l'absence d'hydrolysat. Il y a cependant lieu de noter que toutes nos fractions renferment encore des acides aminés dont l'étude est en cours et qui se trouvent normalement dans le lait de coco. D'autre part nous avons décelé dans ce liquide la présence de principes toxiques dont le fractionnement est possible grâce à la chromatographie de partage sur poudre de bois.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de fructosanes cher* Dasycladus vermicularis (*Scopoli*) *Krasser*. Note de Mlle **Marie-Louise du Mérac**, présentée par M. Roger Heim.

Certaines espèces ont le pouvoir d'élaborer des polyholosides du fructose. De telles espèces fructosanifères ont été jusqu'à présent observées surtout chez les Angiospermes; il s'en trouve aussi parmi les Chlorophycées, dans les Dasycladales. La présente Note fait connaître l'existence d'un chimisme à glucofructosanes dans le genre *Dasycladus*, et en souligne le grand intérêt systématique.

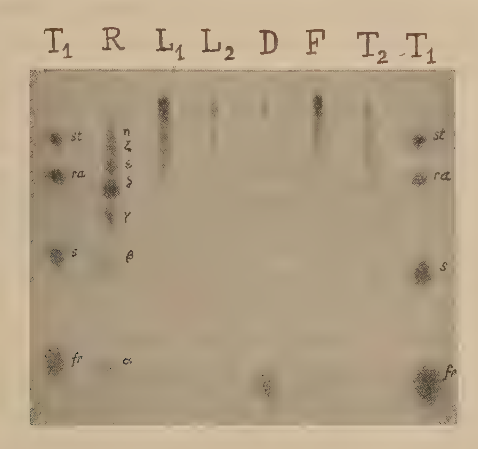
L'ordre des Dasycladales est un groupe naturel d'origine très ancienne puisqu'il est représenté dès l'Ordovicien. Très nombreux à l'ère primaire et au Trias, il ne compte aujourd'hui qu'une dizaine de genres vivants répartis surtout

---

(6) *J. Amer. Chem., Soc.* 74, 1952, p. 6133.

dans les régions tropicales et subtropicales. Deux espèces cependant, *Acetabularia mediterranea* Lamx. et *Dasycladus vermicularis* (Scopoli) Krasser, se rencontrent en diverses localités de la Méditerranée française où elles se développent en colonies.

La première d'entre elles a déjà fait l'objet d'examens micro- et macrochimiques. Son contenu glucidique est remarquable, on y observe en effet, conjointement à l'absence d'amidon, la présence d'une fructosane ayant tous les caractères de l'inuline [1]. Aucune donnée par contre n'a été apportée jusqu'à ce jour relativement aux glucides du genre monospécifique *Dasycladus*.



Fructosanes de *D. vermicularis* : chromatogramme d'écoulement (2 jours). Entraîneur : butanol-éthanol-eau; révélateur à l'urée. — Les témoins contiennent, en T_1 du stachyose *st*, du raffinose *ra*, du saccharose *s*, du fructose *fr*; en T_2 les fructosanes de *Pancratium maritimum*.

La récolte de cette algue et sa fixation en de bonnes conditions pour l'analyse m'ont été facilitées au Laboratoire de Villefranche. Voici les premiers résultats de l'étude entreprise concernant les thalles dressés d'algues non fructifiées, récoltées en juillet. A l'état frais, cent thalles pèsent en moyenne 26 g. Ils laissent, après séjour à l'étuve à 110°, 5,46 g de substance sèche; après calcination au rouge sombre, 3 g de cendres provenant pour une bonne part de fragments minéraux étrangers inséparables du thalle en raison de sa structure verticillée. La substance organique y représente donc seulement 45 % du sec.

Ces algues, riches en chloroplastes, n'élaborent pas l'amidon, pas davantage d'inuline, mais un ensemble de glucofructosanes (4,8 % du sec) solubles dans l'alcool à 85° à l'ébullition, accompagnées de fructose libre (1,6 % du sec) et de traces de saccharose. En même temps que les fructosanes, le solvant entraîne une substance tanoïde présente dans les vacuoles, colorable en vert

(1) *Rev. Gén. Bot.*, **60**, 1953, p. 689.

par le chlorure ferrique. On l'écarte en filtrant, après concentration, les extraits alcooliques où elle se dépose alors à l'état de poudre brune amorphe. La liqueur glucidique est ensuite purifiée selon les procédés habituels (*loc. cit.*, § II). La multiplicité des fructosanes qu'elle renferme est facilement décelée par chromatographie sur papier. Les chromatogrammes L_1, L_2 ont été réalisés aux concentrations respectives de 4 et 2 %. La nature des composants de tête est telle que, même dans une solution dont la teneur en fructosanes atteint 10 %, leur dérivé barytique exige l'affusion d'alcool pour être séparé à l'état de précipité. Le produit qu'on en régénère a un pouvoir rotatoire global de — 44° qui s'abaisse à — 85° après hydrolyse acide. Il fournit, à concentration de 4 %, le chromatogramme F. Dans la fraction de queue, il reste 1/30e environ des sucres, non précipitables dans ces conditions.

Le chromatogramme R représente, à concentration de 20 %, les constituants de cette liqueur résiduelle. Le fructose (tache α) et le saccharose (tache β) s'y trouvent réunis en totalité, en moindre proportion cependant que les cinq termes les plus entraînables de la série de fructosanes (taches γ, δ, ε, ζ, η), accumulés en majeure partie à côté d'eux. Après action prolongée de la sucrase, à pH 6, sur l'extrait total, le chromatogramme D ne décèle que du fructose et un reste de la portion la moins entraînable.

La découverte, chez *Dasycladus*, d'un tel chimisme à fructosanes prend un particulier intérêt rapproché des données de la Systématique. Dans le grand groupe des Chlorophycées Siphonées, les Dasycladales sont nettement individualisées par leur morphologie et leur cytologie. Leur unité très accusée qui s'impose depuis longtemps à l'attention des Algologues ([2]) se trouve, pour les deux cas aujourd'hui connus, profondément marquée jusque dans leur biochimie. Il est curieux de noter pour *Dasycladus* un état moléculaire des polyholosides moins condensé que pour *Acetabularia*, genre sans conteste le plus évolué morphologiquement.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence des enzymes des uréïdes glyoxyliques chez les Algues d'eau douce.* Note de M. **Serge Villeret**, présentée par M. Raoul Combes.

La présence des enzymes des uréïdes glyoxyliques a été reconnue chez les Algues d'eau douce testées. L'activité enzymatique est très variable selon les espèces, mais sans rapport avec la systématique.

Les uréïdes glyoxyliques, allantoïne et acide allantoïque, sont largement répandus chez les végétaux; cependant, on ne possède aucune donnée

---

([2]) J. Feldmann, *Rev. Gén. Bot.*, 50, 1938, p. 571; L. Eubank Egerod, *University California publ. in Bot.*, 25, 1952, p. 325.

sur leur présence chez les Algues. De même, les enzymes correspondants, allantoïnase et allantoïcase, qui interviennent dans la dégradation de ces uréïdes pour donner, *in fine*, de l'acide glyoxylique et de l'urée, n'ont pas encore été signalés dans ce groupe.

En partant de cultures pures, sur milieu minéral ou peptoné, nous avons mis en évidence, chez les Algues d'eau douce, la présence de l'allantoïnase et celle, beaucoup moins fréquente, de l'allantoïcase et d'uréïdes glyoxyliques.

La recherche des enzymes a été faite selon la méthode classique (1). Toutefois, pour l'allantoïcase, on a opéré en présence de chlorhydrate de phénylhydrazine qui bloque l'acide glyoxylique prenant naissance dans la réaction (2), (3). L'acide glyoxylique est alors dosé au photocolorimètre, après réaction phénylhydrazinique.

Protocole expérimental.

	E.	T_1.	T_2.
Substrats en solution à 1 °/₀₀ dans le tampon phosphate-soude de pH 7,3 (ml)................................	4	–	4
Tampon phosphate-soude de pH 7,3 (ml)...............	–	4	–
Poudre d'Algues séchées sous vide (mg)................	40	40	–
Toluène (gouttes)..	2	2	2
Durée d'action, au bain-marie, à 38° (h)...............	2	2	2

Le témoin T_1 permet de déterminer si, dans nos conditions expérimentales, les Algues essayées renferment des uréïdes. Le témoin T_2 permet de vérifier que les uréïdes ne subissent pas spontanément, au pH retenu, un début d'hydrolyse.

Les résultats de nos recherches, qui ont porté sur 21 espèces ou races d'Algues, sont résumés dans le tableau ci-après.

Dans ce tableau, l'activité de l'allantoïnase est exprimée en milligrammes d'allantoïne transformée par 10 g de poids sec d'Algues. Pour l'allantoïcase, les résultats sont qualitatifs, les croix indiquant une réaction enzymatique positive.

Les témoins T_1 ont révélé la présence d'uréïdes en très faible quantité chez *Cosmarium impressulum* et *Zygnema circumcarinatum*, race ♀.

Ainsi, toutes les Algues testées manifestent une activité allantoïnolytique, à des degrés divers et sans rapport avec la position systématique. Dans un même genre, les variations d'activité sont grandes d'une espèce à l'autre. La différenciation sexuelle ne semble pas avoir d'influence sur le comportement des espèces, en ce qui concerne les *Zygnema*. L'activité

(1) A. BRUNEL, *Traité pratique de Chimie végétale*, 3, p. 522 et 621, G. Frère, Tourcoing.

(2) BRUNEL-CAPELLE, *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 1979.

(3) BRUNEL-CAPELLE, *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 2224.

allantoïcolytique est moins sensible et beaucoup moins répandue dans les espèces étudiées. Elle est également sans rapport avec l'activité allantoïnolytique et, par conséquent, se pose la question du métabolisme de l'allantoïne et le devenir de l'acide allantoïque chez les Algues qui manifestent une teneur élevée en allantoïnase mais pas d'allantoïcase.

Chlorophycées.

Volvocales.

Nom de l'espèce.	Allantoïnase.	Allantoïcase.
Chlamydomonas humicola Lucksch	41	0
Pandorina morum Bory	45	0
Chlorococcales.		
Chlorella pyrenoidosa Chick	23,5	0
» *vulgaris* Beij	13,5	0
Desmidiales.		
Staurastrum inflexum Bréb	27,5	+
» *teliferum* Ralfs	143	+
Cosmarium formosulum Hoff	11	+
» *impressulum* Elfv	93	+
» *margaritiferum* (Turp.) Menegh	11	+
» *tetraophthalmum* Bréb	22,5	0
Zygnémales.		
Zygnema circumcarinatum Czurda, race ♂	187,5	0
» » » , race ♀	185	0
» *peliosporum* Wittr., race ♂	5	0
» » » , race ♀	12,5	0
» *sp.* (stérile)	17,5	0
Xanthophycées.		
Pleurochloris commutata Vischer	6	0
» *magma* Petersen	200	0
Bumilleria sicula Borzi	16,5	0
Diatomacées.		
Nitzschia closterium fa minutissima Allen et Nelson	70	0
Cyanophycées.		
Anabæna cylindrica Lemm	6	0
Calothrix parietina Thur	5	0

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la germination des graines d'Euphorbe, en particulier* Euphorbia exigua *L. et* E. Lathyris *L.* Note de MM. **Robert Echevin** et **Medhat Cherif el Chichini**, présentée par M. Raoul Combes.

Ces essais ont porté sur 67 espèces de graines du genre *Euphorbia*, en vue d'examiner l'action de différents facteurs du milieu sur la germination;

la mise au germoir, à l'étuve à 20°C, a été effectuée soit dès la récolte des graines, soit un an ou deux ans plus tard.

La lumière continue n'exerce, en général, aucun rôle favorable, sauf sur les graines d'*Euphorbia heptagona* L. qui fournissent 100 % de graines germées après 10 jours d'exposition à la lumière tandis qu'il n'y a aucune germination à l'obscurité même au 30e jour. Par contre les graines d'*E. Cyparissias* L., *E. dendroides* L., *E. Gerardiana* Jacq., *E. humifusa* Willd., *E. Kerneri* Huter, qui fournissent, au bout de 30 jours à l'obscurité, de 10 à 70 % de plantules, ne donnent, pendant le même temps, aucune germination en lumière continue.

Le tiers environ des espèces mises à germer un an ou deux ans après la récolte, en présence ou en l'absence de lumière, ne fournissent aucune levée au 30e jour; ces graines présentent une dormance qui, pour certaines d'entre elles, notamment *E. corsica* Requien, *E. melapetala* Gasparr., *E. Myrsinites* L., *E. Characias* L., *E. Ipecacuanha* L., est due à une action mécanique du tégument, l'immersion des graines, pendant 2 mn dans l'acide sulfurique concentré, avant la mise au germoir, permet, en effet, par scarification du tégument, d'obtenir un très bon rendement de germination.

Le traitement par l'acide sulfurique s'est révélé complètement inefficace sur les autres graines dormantes, en particulier sur les graines d'*E. exigua* L. et *E. Lathyris* L.

En ce qui concerne *E. exigua*, différents lots de graines ont été soumis à l'action de nombreux réactifs, un mois après leur récolte et avant la mise au germoir, en vue d'augmenter le pourcentage de germination des lots témoins qui, à l'obscurité, ne fournissent en moyenne que 16 % de levées. Seul le traitement des graines par une solution d'acide borique à 4 %, pendant 24 h, améliore très nettement la germination qui fournit alors 42 % de graines levées après 15 jours au germoir à l'obscurité, ou 54 % lorsque, chaque jour et pendant toute la durée de l'expérience, les lots de graines sont soumis alternativement à la température de 20° C pendant 18 h à l'étuve et pendant 6 h à la température de 2,5° C à la chambre froide. La stratification favorise donc considérablement la levée de la dormance.

Les graines d'*E. Lathyris* sont dormantes dès la récolte; placées dans les conditions normales de germination, on n'observe aucune levée, ni à la lumière, ni à l'obscurité, même après 30 jours de séjour au germoir. Par contre si on enlève le tégument, les amandes fournissent, après 5 ou 6 jours à l'obscurité, 100 % de plantules bien développées atteignant 90 mm de longueur en moyenne. Cette action inhibitrice totale du tégument pourrait être attribuée à sa résistance mécanique; en effet si on le sectionne en limitant l'incision à la moitié de la ligne méridienne, les graines ne germent

pas; lorsque l'incision porte sur la totalité de la circonférence méridienne, toutes les graines germent mais le développement des plantules est stoppé dès le 3ᵉ jour alors qu'elles n'atteignent que 15 mm en moyenne.

Cet arrêt dans le développement est dû à une substance inhibitrice d'origine tégumentaire. Les téguments, séparés des amandes, ont été réduits en poudre soumise, au Soxhlet, à l'épuisement par l'eau distillée à 100° C; le liquide d'épuisement, filtré limpide, présente une teinte brunâtre. Des lots d'amandes provenant de graines nouvellement récoltées, ont été mis en germination, à l'obscurité, sur des cotons humidifiés par le liquide d'épuisement, en présence de lots témoins; ceux-ci ont donné, au bout de 15 jours 100 % de plantules bien développées; les lots constitués par les amandes au contact de l'extrait ne fournissent que 60 % de plantules peu développées — 6 mm en moyenne — qui meurent dès le 20ᵉ jour en présentant une radicule nécrosée. Un extrait aqueux de téguments obtenu en plaçant la poudre au contact d'eau distillée, à l'étuve, pendant 24 h à 50° C, est encore plus actif : on n'obtient plus aucune germination.

L'action de l'inhibiteur n'est pas spécifique, il bloque entièrement la germination de semences de blé. Les différentes graines, placées en état d'inhibition totale par contact avec l'extrait de tégument fournissent de 30 à 40 % de germination après avoir été lavées plusieurs fois et mises à germer sur du coton mouillé exempt de substance inhibitrice.

A partir du 7ᵉ mois de conservation des graines au sec, les embryons perdent peu à peu leur faculté germinative; les amandes prélevées dans des graines d'un an, soustraites par conséquent à l'inhibition tégumentaire, ne germent plus; elles restent turgescentes; le traitement des coupes par les sels de tétrazolium montre que l'embryon est demeuré vivant; il s'agit ici d'une dormance secondaire qui frappe l'embryon et subsiste pendant 6 à 12 mois en s'atténuant graduellement. Les amandes prélevées plus tard, dans des graines de deux ans, germent dans la proportion de 30 à 40 %; la germination est paresseuse, la plantule est peu développée. Par contre les graines entières du même âge fournissent 50 à 70 % de plantules vigoureuses, bien développées.

On peut ainsi distinguer, au cours des deux années de stockage après la récolte, trois périodes dans la faculté germinative des graines d'*E. Lathyris* : *a.* une première période au cours de laquelle l'embryon est capable de germer immédiatement s'il est soustrait à l'influence d'une substance inhibitrice élaborée par le tégument; *b.* une deuxième période où l'embryon entre en dormance; *c.* dans la troisième période la dormance embryonnaire est levée; non seulement on voit disparaître l'action inhibitrice que possédait le tégument au cours de la première période, mais celui-ci exerce, au contraire une action stimulante sur la germination. Tout se passe comme si l'inhibiteur se transformait peu à peu en substance stimulante.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Rôle du calcaire dans l'assimilation de l'azote ammoniacal.* Note de M. **Pierre Gouny**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

On sait depuis les travaux de Müntz et de Mazé, que les sels ammoniacaux peuvent au même titre que les nitrates, assurer la nutrition azotée des végétaux. Toutefois ils exigent pour être assimilés, la présence de carbonate de calcium dans le milieu de culture. Cette observation a été depuis lors maintes fois répétée, notamment par Prianischnikow et ses élèves. Seules les plantes dont le suc cellulaire présente une acidité suffisante, sont susceptibles de s'accommoder de la nutrition azotée *exclusivement* ammoniacale, en l'absence de calcaire.

Ces observations sur la présence indispensable du carbonate de calcium, découlent d'expériences effectuées en milieu artificiel. L'explication généralement admise est que l'azote ammoniacal ne peut être utilisé qu'à un pH supérieur à 7. Or l'absorption de l'ion ammonium par la plante, a pour corollaire, l'acidification du milieu nutritif. La présence du carbonate de calcium est alors indispensable pour assurer la neutralisation des acides minéraux résiduels.

En fait, dans les sols calcaires, les particules de carbonate de calcium sont en contact étroit avec les surfaces radiculaires : elles sont alors susceptibles d'exercer une action directe sur la nutrition minérale du végétal et notamment sur l'assimilation des cations.

Protocole expérimental et résultats. — Nous avons repris l'étude de la nutrition ammoniacale avec la technique des cultures sur sable inerte avec solution nutritive coulante. La culture sur sable permet le développement des racines dans un milieu de structure discontinue rappelant celle du sol. D'autre part, l'emploi des solutions coulantes permet de réduire au minimum le temps de contact entre la solution nutritive et les racines; elle assure ainsi l'élimination des acides minéraux résiduels dès leur apparition et empêche l'acidification excessive du milieu.

Pour analyser l'action du calcaire, du carbonate de calcium était mélangé intimement au sable de certains pots de culture, à raison de 30 g de carbonate de calcium par kilogramme de sable.

Nous avons pu ainsi comparer le comportement de diverses espèces végétales (*Zea mays*, *Pisum sativum*, *Lupinus albus*) alimentées, soit avec une solution nitrique, soit avec une solution ammoniacale, en présence et en l'absence de calcaire. La concentration en ions calcium des deux solutions nitrique et ammoniacale était identique. Enfin en présence de calcaire, toutes précautions étaient prises dans le cas de la solution ammoniacale pour éviter la nitrification.

Nos observations ont essentiellement porté, d'une part sur la croissance des plantes, d'autre part sur leur constitution biochimique :

1° *Croissance des plantes.* — La nutrition ammoniacale entraîne une chute de rendement et des accidents végétatifs, qui disparaissent en présence de calcaire, sauf pour le lupin (chlorose).

2° *Composition minérale.* — On observe chez les plantes recevant la solution ammoniacale, une forte réduction dans la pénétration des cations K, Ca, Mg, alors que l'azote s'accumule. En présence de calcaire le taux de cations retrouve une valeur normale, tandis que la quantité d'azote augmente encore.

3° *Acides organiques.* — La teneur en anions organiques de ces mêmes plantes, présente une diminution très marquée, mais cette diminution porte essentiellement sur la fraction combinée. Il en résulte une baisse de pH du suc cellulaire. En présence de calcaire le déficit en acides organiques s'atténue fortement.

4° *Formes de l'azote dans la plante.* — La fraction protéique est sensiblement la même, que l'azote soit fourni sous forme nitrique ou sous forme ammoniacale. Par contre les plantes recevant une nutrition ammoniacale présentent un taux d'azote soluble organique élevé pouvant représenter 50 % de l'azote protéique. En présence de calcaire, cette accumulation d'azote soluble s'amplifie.

5° *Glucides.* — On note dans les séries ammoniacales, une diminution du taux de sucre réducteur et non réducteur. Cette diminution devient plus accusée en présence de calcaire.

Malgré l'élimination des acides minéraux résiduels, la nutrition exclusivement ammoniacale ne permet donc pas en l'absence de calcaire, le développement de certaines espèces végétales.

Chez les espèces non sensibles à la chlorose calcaire, l'introduction du carbonate de calcium dans le milieu de culture entraîne la disparition des accidents végétatifs observés. En même temps, certaines particularités biochimiques des tissus végétaux disparaissent (déficit en cations et en acides organiques), tandis que d'autres s'accentuent (accumulation de l'azote non protéique, diminution du taux de glucide).

Conclusion. — Il est naturel d'imputer les accidents végétatifs observés en milieu neutre, aux troubles du métabolisme qui disparaissent du fait de la présence de calcaire : déficit en cations minéraux et en acides organiques.

On sait par ailleurs que la teneur en acides organiques de la plante est en rapport direct avec la quantité de cations minéraux absorbés. L'absorption des cations revêt ainsi une importance primordiale.

D'après les conceptions modernes, celle-ci est réglée directement par la concentration relative des divers cations au niveau de la surface radiculaire.

La présence du cation NH_4^+ et sa facilité de pénétration dans la plante, entraîne l'apparition au niveau de la racine, d'une importante quantité d'ions H^+. L'absorption des cations métalliques se trouve alors freinée par la compétition des ions NH_4^+ présents et des ions H^+ apparus.

Dans un milieu discontinu le carbonate de calcium, grâce à son extrême division, se trouve en contact intime avec tous les éléments radiculaires et assure la neutralisation immédiate des ions H^+ dès leur apparition. La pénétration des cations dans la plante redevenant normale, les effets néfastes de la nutrition ammoniacale disparaissent.

HISTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Croissance de la racine séminale temporaire de* Drosera rotundifolia L. *et destinée des cellules apicales hypophysaires.* Note de Mme **Anna Favard**, présentée par M. Raoul Combes.

La croissance de la racine séminale de *D. rotundifolia* s'effectue non pas à partir d'initiales axiales superposées, mais grâce au méristème subterminal, qui continue de fonctionner même après la formation du méristème de la coiffe. Ce dernier naît des quatre cellules hypophysaires internes, improprement nommées initiales de l'écorce. Les cellules hypophysaires externes n'ont pas de descendance active.

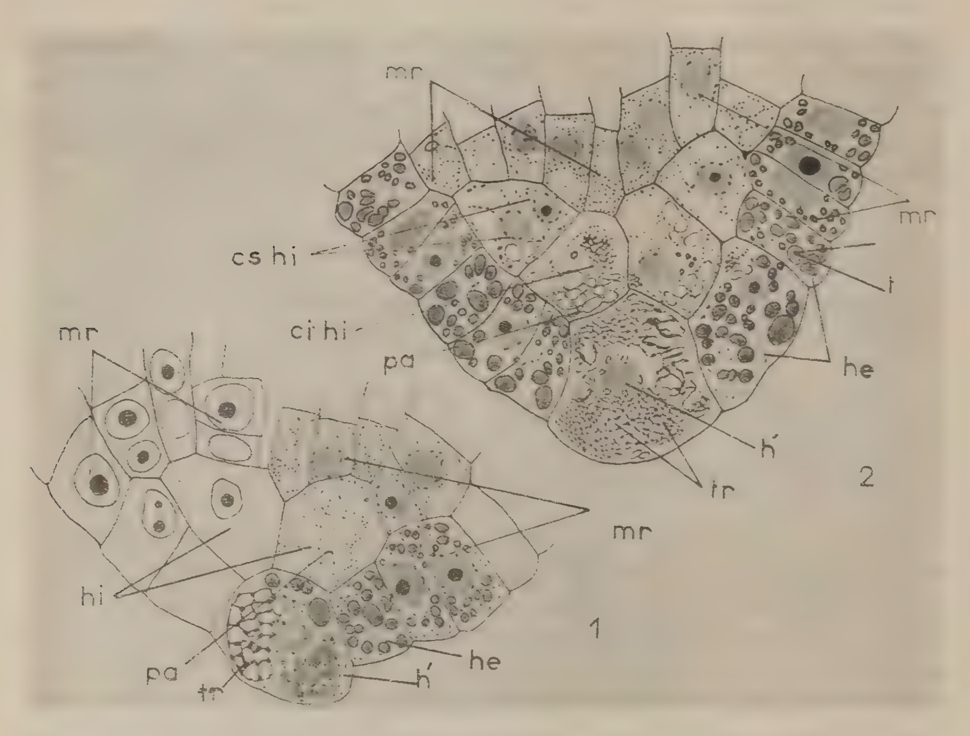
Dans une Note précédente [1], nous avons montré que le méristème radiculaire subapical de *D. rotundifolia*, qui s'individualise à la base de l'hypocotyle, construit la jeune racine rudimentaire avec ses premiers poils absorbants et son procambium, *indépendamment* des cellules terminales apicales *h* et *h'*, qui ne se divisent pas au début de la germination.

Par la suite, au stade où les cotylédons sont encore dans la graine, les cellules intérieures *hi* qui sont restées méristématiques, bien qu'à cytoplasme peu dense et à petit noyau (*fig.* 1), commencent à se diviser, surtout obliquement, le long de la pointe de la racine, mais aussi périclinalement par des cloisons perpendiculaires à l'axe. Au stade suivant, les cellules-filles supérieures sont plus méristématiques tandis que les cellules basales se différencient progressivement, tout en restant cytologiquement distinctes des cellules externes : leurs plastes élaborent de l'amidon et leurs vacuoles s'imprègnent de pigments anthocyaniques rouges. Cette différenciation a d'ailleurs lieu alors que le méristème radiculaire subapical continue à se diviser (*fig.* 2). *L'évolution cytologique des cellules issues des hi, improprement nommées « initiales de l'écorce », nous montre donc que ces dernières élaborent la coiffe.*

Par contre, les cellules terminales *h'* et les cellules externes *he* n'ont pas de descendance active. Sur plus d'une centaine d'échantillons étudiés, elles n'ont jamais présenté de mitoses périclines. Quelques divisions seulement accompagnent l'élargissement de la coiffe. Les cellules qui en résultent, élaborent

(1) *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 78.

très tôt de l'amidon (*fig.* 2) et finissent par s'exfolier, de même que les cellules terminales de l'assise pilifère. *Les cellules h' et he ne sont donc pas les « initiales de la coiffe »*.



1. Coupe longitudinale axiale d'une jeune racine avant la formation de la coiffe, Le méristème subterminal est au-dessus de l'hypophyse encore inerte. — 2. Coupe longitudinale axiale d'une racine au moment de la formation de la coiffe. Le méristème subterminal fonctionne toujours. *mr* : méristème radiculaire subterminal; *h'* : cellule hypophysaire terminale; *hi* : cellule hypophysaire interne; *he* : cellule hypophysaire externe; *ci* : cellule-fille inférieure différenciée; *cs* : cellule-fille supérieure plus méristématique; *t* : précipités tannifères en granules; *tr* : précipités tannifères en réseau; *pa* : plastes amylifères. Fixations au Regaud.

La différenciation de cette petite racine provisoire, qui se termine à n'importe quel stade du développement de la plantule — avant ou après la formation des premières feuilles — nous permet de mettre en évidence les faits suivants : 1° la différenciation gagne l'apex en commençant par les assises externes, la partie axiale se différenciant en dernier lieu; 2° le méristème de la coiffe se distingue cytologiquement du méristème axial ou prodesmogène aux premiers stades de la formation de la coiffe; le méristème radiculaire apparaît ainsi placé au-dessus de celui de la coiffe dont il épouse la forme. Ces deux méristèmes ont d'ailleurs une origine tout à fait différente, comme on l'a vu plus haut. Ainsi, le méristème radiculaire n'est nullement régénéré par une ou

plusieurs cellules spéciales provenant de l'hypophyse, comme le suppose Guttenberg (H. von) [2] dans son étude sur les racines de plusieurs dicotylédones. C'est le même méristème qui continue de fonctionner. D'autre part, il n'y a pas, dans cette racine très réduite, de cellules centrales inertes, situées entre ces deux méristèmes (*fig.* 2), comme dans le cas du blé [3]. Nous espérons rechercher s'il en est de même dans la suite de l'évolution de la plante, lors de la formation des premières racines adventives.

La formation de la coiffe à un stade où la racine primordiale est déjà constituée met en évidence la croissance subterminale radiculaire. D'autre part, il est intéressant de voir le passage de la racine primordiale à une racine plus évoluée s'effectuer sans le concours d'initiales axiales spéciales.

LICHÉNOLOGIE. — *Le système apical des asques chez différentes espèces de Lichens des g.* Nephroma, Solorina *et* Peltigera (*Peltigéracées*). Note (*) de M[lle] **Marie-Agnès Galinou**, présentée par M. Roger Heim.

Pour cette étude nous avons examiné par les méthodes de M. Chadefaud [1] des échantillons provenant de l'herbier du Muséum (Paris) et de l'herbier *H. des Abbayes* (Rennes). Le rouge Congo, la benzoazurine et le vert Janus ne nous ayant donné que des colorations très faibles, nous ne tiendrons compte ici que des résultats obtenus avec le réactif iodo-ioduré.

1° g. *Nephroma* (*fig.* 1). — Dans ce genre la tunique interne des asques ne se colore pas par l'iode, et ne montre aucune différenciation pouvant correspondre à un anneau apical. Par contre, on note des variations de la tunique externe, qui est coiffée d'un revêtement amyloïde. Ce revêtement est gélifié chez *N. expallidum* Nyl., mince chez *N. lusitanicum* Schaer. et *N. arcticum* Torss.; il fait défaut chez *N. lævigatum* Ach. et *N. resupinatum* Ach. Ces variations ne semblent pas avoir de signification particulière. Dans la large ponctuation apicale, on peut reconnaître une nasse apicale, que l'iode rend plus visible, sans la colorer. Elle rappelle, non celle des Pyrénolichens asculoculaires, mais plutôt celle des *Pertusaria* [2], sauf quelle n'est pas entourée d'un anneau amyloïde;

2° g. *Peltigera* (*fig.* 2 et 3). — Nous avons pu vérifier et préciser les observations de F. Magne [3], sur *P. variolosa* Gyeln., *venosa* Baumg.,

---

(2) *Planta*, 35, 1947, p. 360-396.

(3) R. Buvat et O. Liard, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 1193.

(*) Séance du 27 juin 1955.

(1) *Rev. de Mycol.*, 7, 1942, p. 57 et *Bull. Soc. Bot. de France*, 93, 1946, p. 128.

(2) M. A. Galinou et M. Chadefaud, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1178.

(3) *Rev. Bryol. et Lichénol.*, 15, 1946, p. 203.

aphtosa Willd., *canina* Willd., *dolichorrhiza* Nyl., *malacea* Funck., *polydactyla* Hoffm., *prætextata* Wain., *rufescens* Humb., *scabrosa* Th. Fr., *scutata* Duby, *spuria* DC. La tunique externe est constamment revêtue au sommet d'une gaine amyloïde plus ou moins gélifiée. Dans la tunique interne on observe au sommet un dôme apical très légèrement amyloïde, formant la paroi de la chambre sous-apicale, et composé d'au moins

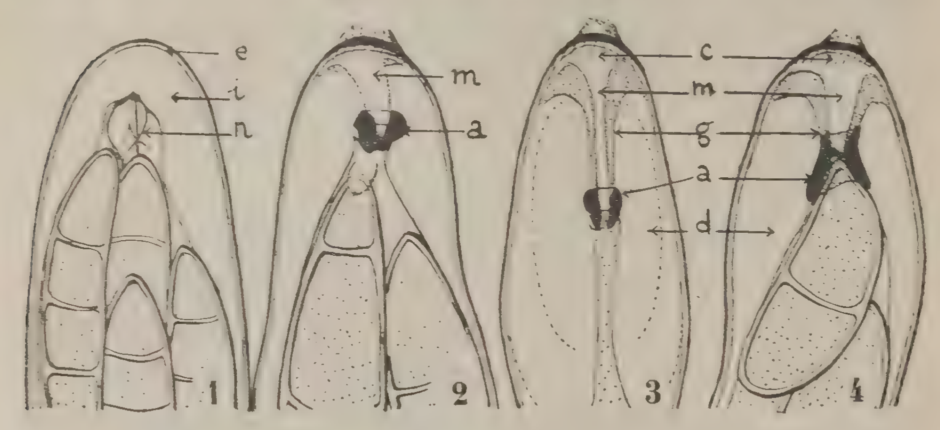


Fig. 1 à 4 : Système apical de *Nephroma resupinatum* (1), de *Peltigera scutata* (2), de *P. venosa* (3), et de *Solorina crocea* (4). (*e*, tunique externe; *i*, tunique interne; *n*, nasse apicale; *c*, coussinet; *m*, manubrium; *g*, gaine amyloïde du manubrium; *a*, anneau; *d*, partie latérale du dôme apical.)

deux couches. Dans l'apex de ce dôme est différencié un coussinet apical plus ou moins distinct, qui se prolonge dans l'axe de l'asque, vers le bas, par un manubrium. Celui-ci est engainé par un manchon amyloïde, dont la partie inférieure est renflée en un double anneau, qui se colore particulièrement bien par l'iode. Ces dispositions sont nettes surtout chez *P. venosa* Baumg., où l'ensemble du manubrium et de sa gaine, en raison de son élasticité, devient très long dans les asques rompus accidentellement et vidés de leurs spores. Elles sont susceptibles d'anomalies fréquentes chez *P. scutata* Duby, où le double anneau est parfois rudimentaire, voire nul.

3° g. *Solorina* (fig. 4). — Chez *S. crocea* Ach., *simensis* Hochst., *bispora* Nyl., *crocoïdes* Gyeln et *saccata* Ach., les asques sont du même type que chez *Peltigera venosa*. Toutefois la disposition de l'appareil apical y est souvent assez confuse et elle présente des variantes assez considérables, sur lesquelles il y aura lieu de revenir.

Ainsi l'étude fine des asques conduit à subdiviser la famille classique des Peltigéracées en deux groupes : d'une part les *Nephroma*, à nasse apicale nette et sans anneaux visibles, et d'autre part les *Peltigera* et *Solorina*, à anneaux apicaux amyloïdes très différenciés et complexes, sans nasse nettement visible. Il est remarquable qu'on arrive ainsi à une conclu-

sion déjà formulée par F. et Mme Moreau ([4]), qui d'après de tout autres considérations, notamment la structure des ascogones, avaient subdivisé les Peltigéracées en deux familles distinctes : Peltigéracées vraies (g. *Peltigera* et *Solorina*) et Néphromacées (g. *Nephroma*). Cela semble confirmer que l'appareil apical des asques a bien une valeur systématique importante, comme l'ont montré M. Chadefaud, F. Magne et C. Moreau ([5]). Restera à savoir si ces deux familles sont ou non voisines, problème en connexion avec celui de l'évolution de l'appareil apical.

PHYSIOLOGIE. — *Action de l'ion nitrure sur la consommation d'oxygène chez le mésencéphale de l'embryon de Poulet.* Note (*) de M. **Jacques Gayet**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

A partir du 10e jour de développement l'action inhibitrice de l'ion nitrure sur la consommation d'oxygène endogène chez le mésencéphale de l'embryon de poulet se montre croissante.

On sait que l'ion nitrure semble intervenir comme un inhibiteur, d'une part du système de Warburg-Keilin en se combinant avec le ferricytochrome *c* (réaction réversible) ([1]), d'autre part de certains mécanismes de la phosphorylation en phase aérobie (homogénéisat de tissu rénal) ([2]). Ces deux phénomènes se répercutent, en particulier, sur les modalités de la consommation d'oxygène du tissu nerveux [on l'a montré sur des coupes de cortex cérébral humain ([3]) et sur des ganglions sympathiques cervicaux supérieurs isolés du Lapin ([4])].

Poursuivant nos études sur les mécanismes reliés au métabolisme aérobie à l'intérieur du tissu mésencéphalique au cours du développement de l'embryon de poulet, nous présentons, dans cette Note, les résultats obtenus concernant l'action de l'ion nitrure sur la consommation d'oxygène endogène de ce tissu.

Les embryons appartiennent à la race Rhode-Island; toutes les expériences, conduites dans des conditions strictement identiques, sont exécutées sur des lobes optiques intacts, prélevés et préparés suivant notre

---

([4]) *Les Lichens*, Le Chevalier, Paris, 1927.

([5]) Cl. Moreau, *Les genres* Sordaria *et* Pleurage (*Encyclopédie mycologique*, Le Chevalier, Paris, 1953).

(*) Séance du 27 juin 1955.

([1]) K. G. Paul, dans *The Enzymes*, New-York, II, Part I, 1951, p. 357.

([2]) N. O. Kaplan, dans *The Enzymes*, New-York, II, Part I, 1951, p. 55.

([3]) H. W. Elliott et V. C. Sutherland, *J. Cell. Comp. Physiol.*, 40, 1952, p. 221.

([4]) M. G. Larrabée, J. G. Ramos et E. Bulbring, *Fed. Proc.*, 9, 1950, p. 75.

technique (⁷). La consommation d'oxygène endogène est évaluée selon la méthode directe de Warburg ([5], [6]), le liquide physiologique utilisé est celui que nous avons décrit récemment (solution saline comportant un tampon phosphate, à pH 7,4, et sans substrat) ([7]). L'atmosphère est de l'oxygène pur, et la température est de + 38° C (± 0,01). Jusqu'au stade morphologique 30 nous utilisons des microfioles de Warburg (capacité de 5 cm³), pour les stades postérieurs nous utilisons des fioles normales (capacité de 15 cm³).

Pour chaque série expérimentale, nous évaluons, d'une part la consommation d'oxygène endogène par le tissu intact (essai témoin), d'autre part la consommation d'oxygène endogène par le tissu intact subissant

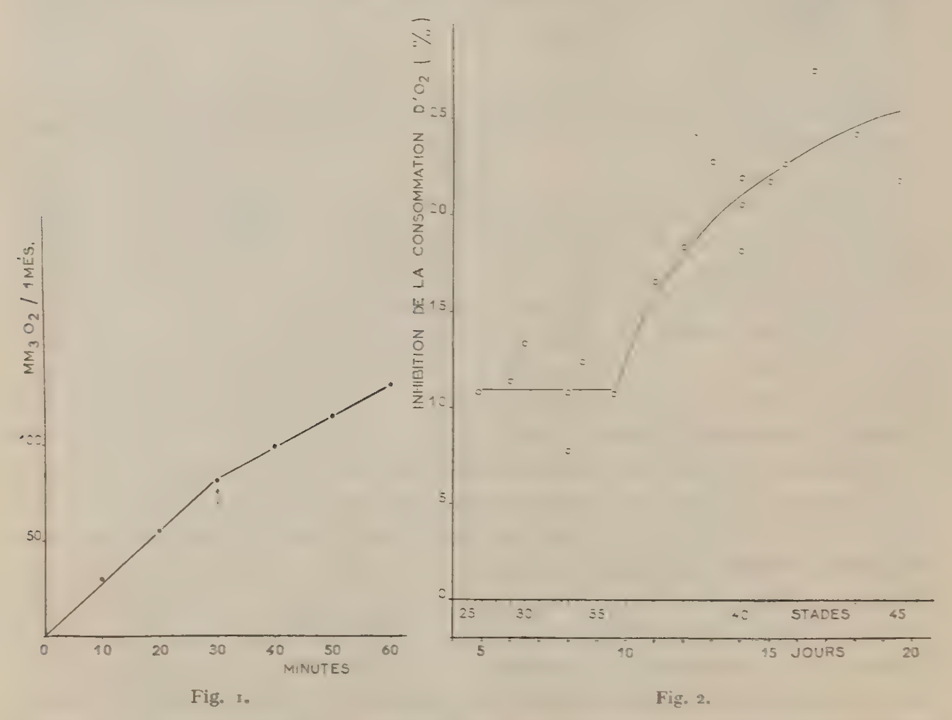


Fig. 1. Fig. 2.

Graphique 1. — Action inhibitrice d'une concentration en NaN_3 égale à 4.10^{-3} M sur la consommation d'oxygène endogène d'un mésencéphale appartenant à un embryon de poulet au stade morphologique 41. La flèche indique le moment où l'ion nitrure a été introduit dans le liquide physiologique.

Graphique 2. — Sensibilité à l'action inhibitrice de l'ion nitrure sur la consommation d'oxygène endogène chez le mésencéphale au cours du développement embryonnaire du Poulet. On a utilisé une concentration en NaN_3 égale à 2.10^{-3} M.

([5]) J. Gayet, *Arch. Sc. Physiol.*, 9, 1955, p. 11.

([6]) W. W. Umbreit, R. H. Burris et J. F. Stauffer, *Manometric Techniques and Tissue Metabolism*, Minneapolis, 1949, 1 vol.

([7]) J. Gayet, *J. Physiol.*, 47, 1955 (sous presse).

l'influence de l'ion nitrure. Les expériences sont de courte durée (60 mn), l'adjonction de l'ion nitrure s'effectuant toujours à la 30e minute d'expérience (graphique 1).

Les résultats représentés dans le graphique 2 expriment le pourcentage d'inhibition de la consommation d'oxygène endogène du tissu mésencéphalique en fonction du stade morphologique (selon Hamburger et Hamilton) et de la durée de croissance. La concentration en nitrure de sodium est de 2.10^{-3} M.

On constate que, du stade 26-27 au stade 35-36, le pourcentage d'inhibition est pratiquement constant et égal à 10,94 environ, puis du stade 35-36 au stade 45 ce pourcentage augmente pour atteindre, à ce dernier stade, la valeur moyenne de 25,50. Si nous rapprochons ces résultats de ceux que nous avons obtenus concernant l'évolution de la consommation d'oxygène du tissu mésencéphalique ([5]), on peut s'apercevoir qu'il existe un point singulier dans les modalités du métabolisme aérobie de ce tissu. Ce point singulier est situé vers le 10e jour de la croissance (stade morphologique 36 environ). Il semble qu'à une augmentation du taux de la consommation d'oxygène corresponde une sensibilité croissante à l'action inhibitrice de l'ion nitrure. Nous sommes, dès maintenant, amené à préciser ce phénomène important en étudiant l'action de l'ion cyanure ainsi qu'en évaluant l'activité du système de la déshydrogénase de l'acide succinique et de la cytochrome-oxydase.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Au sujet du comportement de la convergence binoculaire en absence de point de fixation.* Note de M. **Alexandre Ivanoff** et Mlle **Clotilde Bourdy**, présentée par M. Jean Cabannes.

Lorsque le champ visuel ne présente aucun détail susceptible d'exciter l'accommodation et le réflexe de fusion, l'observateur présente une convergence binoculaire sensiblement égale à sa convergence binoculaire nocturne.

Nous avons montré antérieurement ([1]) qu'aux luminances inférieures à 10^{-2} ou 10^{-3} cd/m² la convergence binoculaire tend vers une valeur limite variable suivant l'observateur, indépendante de la distance du test, et atteinte dans l'obscurité totale. Cette « convergence binoculaire nocturne », dont la valeur ne correspond d'ailleurs pas à celle de l'hétérophorie du sujet en vision de loin, semble être étroitement liée au phénomène de « myopie nocturne » ([2]).

([1]) *Comptes rendus*, **238**, 1954, p. 1537; *Annales d'Optique oculaire*, **3**, n° **3**, mai 1954, p. 70.

([2]) *Optica Acta*, **1**, n° **4**, février 1955, p. 192.

Nous avons pensé que la convergence binoculaire se produisant dans l'obscurité est consécutive à l'absence des réflexes d'accommodation et de fusion, et devrait donc se produire même aux fortes luminances, à condition que ces réflexes ne soient pas excités. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons mesuré ([3]) l'état de convergence binoculaire d'un observateur devant les yeux duquel on dispose, à une dizaine de centimètres de distance seulement (en sorte que l'accommodation ne soit pas excitée), un verre dépoli à grain fin uniformément éclairé et couvrant la totalité du champ visuel. Le tableau ci-contre indique les résultats obtenus sur cinq observateurs (chaque chiffre est la moyenne d'une dizaine de mesures effectuées à deux ou trois reprises différentes) pour des luminances du verre dépoli égales à 40, 20 et 4 cd/m^2, ainsi que dans l'obscurité totale.

	Valeur de la convergence binoculaire (en dioptries) pour une luminance égale à			
Observateur.	40 cd/m².	20 cd/m².	4 cd/m².	0.
J. C.	0,2	0,1	0,05	0,05
A. I.	0,6	0,5	0,5	0,6
C. B.	1,7	1,6	1,7	1,65
R. C.	0,8	0,8	0,8	1,25
L. V.	1,0	0,75	0,8	1,1

On voit que, sauf peut-être pour l'observateur R. C. ([4]), la valeur de la convergence binoculaire nocturne est sensiblement égale à celle obtenue en vision diurne en absence des réflexes d'accommodation et de fusion. Il semblerait donc que la convergence binoculaire nocturne ne soit effectivement qu'une variante d'un phénomène plus général se produisant lorsque accommodation et réflexe de fusion ne sont pas excités. Il est intéressant de signaler que lorsque ces dernières conditions sont réalisées, la convergence du cristallin augmente de même que dans l'obscurité, ainsi que l'a montré Whiteside ([5]). Ce qui corrobore à la fois nos résultats actuels et l'existence d'un lien étroit entre convergence binoculaire nocturne et myopie nocturne. Cette dernière ([6]) ne serait, elle aussi, qu'une variante d'un phénomène plus général se produisant lorsque accommodation et réflexe de fusion ne sont pas excités.

([3]) Suivant une méthode analogue à celle que nous avons utilisée pour l'étude de la convergence en vision nocturne.

([4]) Pour les observateurs R. C. et L. V., la valeur de la convergence binoculaire nocturne (1,25 et 1,1 d) ne concorde d'ailleurs pas avec celle trouvée en 1954 (1,85 et 1,95 d). La dispersion des résultats est de plus généralement assez grande. On ne peut guère exiger une grande précision et une bonne stabilité de ce genre de mesures.

([5]) *J. Physiol.*, **116**, 1952, p. 52 P.

([6]) Tout au moins sa majeure partie, due à une augmentation de la convergence du cristallin.

Lorsqu'on mesure l'hétérophorie d'un sujet en vision de loin à l'aide d'une baguette de Maddox par exemple, accommodation et réflexe de fusion ne sont précisément pas excités. Dans ces conditions, pourquoi la valeur de la convergence binoculaire présentée dans l'obscurité ou dans un champ visuel uniforme ne coïncide-t-elle pas avec la valeur de l'hétérophorie en vision de loin, et est positive même pour les sujets exophoriques ? Diverses hypothèses sont possibles, mais nous pensons que pour l'instant il faut se contenter de signaler cette difficulté.

ENDOCRINOLOGIE. — *Variations des teneurs en hormone corticotrope des lobes antérieur et postérieur de l'hypophyse du Rat soumis à différents types d'agressions.* Note de M[me] **Cécile Mialhe-Voloss**, présentée par M. Robert Courrier.

Après un « stimulus systémique » le contenu en hormone corticotrope de la préhipophyse diminue alors que celui de la post-hypophyse reste constant ; après un « stimulus neurotrope » on observe le phénomène inverse. Nos expériences montrent qu'il faut tenir compte du lobe postérieur avec sa réserve de corticotrophine dans l'interprétation des mécanismes nerveux et hormonaux déclenchés par certaines agressions.

La présence d'hormone corticotrope a été signalée dans la post-hypophyse du Bœuf (Mialhe-Voloss, 1952) (1), du Porc (Simonnet et coll., 1953) (2), du Rat (Karkun et coll., 1953, 1954) (3), du Rat et du Canard (Mialhe-Voloss, 1955) (4). Dans ce dernier travail, nous avons montré que la teneur de la post-hypophyse du Rat en hormone corticotrope représente 60 à 80 % de celle de l'antéhypophyse.

Ces résultats posent le problème de l'origine et du rôle de la corticotrophine post-hypophysaire. Les expériences que nous rapportons ici tendent à montrer que la substance corticotrope du lobe postérieur (lobe intermédiaire + lobe nerveux) peut avoir une importance physiologique et intervenir dans certains mécanismes d'adaptation de l'organisme.

Nous avons comparé les teneurs en hormone corticotrope des lobes antérieur et postérieur de l'hypophyse de rats normaux, de rats soumis à un « stimulus systémique » et de rats soumis à un « stimulus neurotrope » (selon la terminologie de Fortier, 1952) (5).

Expériences. — Des rats ♂ de 150 g environ sont répartis en trois lots :

1. 50 rats normaux.
2. 110 rats reçoivent, une heure avant le sacrifice, une injection intra-

(1) *Comptes rendus*, **235**, 1952, p. 743.
(2) *Ann. Endo.*, **14**, 1953, p. 703.
(3) *Acta Endo.*, **13**, 1953, p. 188; *Acta Endo.*, **16**, 1954, p. 187.
(4) *J. Physiol.* Paris, **47**, 1955 p. 251.
(5) *Acta Neurovégétat.*, 1952, p. 56.

péritonéale de bichlorhydrate d'histamine à la dose de 0,5 mg par 100 g.

3. 50 rats sont soumis pendant une heure à un bruit continu (sonnette électrique) et tués immédiatement après.

Les extraits préparés selon notre méthode habituelle sont dosés par la technique de Sayers et Woodbury sur des rats ♂ de 150 à 180 g hypophysectomisés depuis 24 h. Nous dosons toujours dans une même séance et dans les mêmes conditions les extraits de lobe antérieur et de lobe postérieur d'une même série expérimentale.

Résultats. — Le tableau ci-dessous donne les valeurs des déplétions de l'acide ascorbique surrénalien obtenues avec 2 mg d'extrait sec.

	Déplétion en µg pour 100 mg de glande fraîche.	
Rats.	2 mg d'extrait de L. ant.	2 mg d'extrait de L. post.
1 (*)............	138 ± 6,9 (5) (**)	112 ± 7 (4)
2................	93 ± 5,8 (10)	127 ± 4,6 (11)
3................	136 ± 2 (8)	68 ± 1,8 (5)

(*) Remarquons qu'une série de dosages effectuée sur le Rat normal en novembre-décembre 1954 nous a donné pour le lobe antérieur une déplétion de 131 ± 4,8 (10) et pour le lobe postérieur 112 ± 4,2 (6). Les résultats ci-dessus obtenus en mai 1955, concordent avec les premiers.

(**) Erreur Standard.

Le chiffre entre parenthèse indique le nombre de dosages.

Ces chiffres montrent que, dans le cas d'une agression par l'histamine (stimulus systémique), la réserve d'ACTH ne baisse que dans la préhypophyse. La déplétion passe de 138 à 93; 96 étant la valeur donnée par 1 mg d'extrait de lobe antérieur, l'agression provoque une diminution de 50 % du contenu en ACTH du lobe antérieur. Par contre, dans le cas d'une agression de l'organisme par le bruit (stimulus neurotrope), la teneur en hormone corticotrope ne diminue que dans la post-hypophyse. La déplétion passe de 127 à 68; comme on trouve une déplétion de 68 avec 500 µg d'extrait de lobe postérieur de rat normal, on a donc une diminution de 75 % de la réserve de corticotrophine du lobe postérieur.

Discussion et conclusion. — Les expériences faites avec des greffes d'antéhypophyse dans la chambre antérieure de l'œil avaient déjà montré la différence entre les effets des stimuli systémiques et neurotropes : les premiers agiraient sur le système antéhypophyse-surrénale par voie humorale, les seconds sur le système hypothalamus-antéhypophyse-surrénale par voie neurohumorale (Fortier, 1952). Nos expériences introduisent dans ce schéma un fait nouveau : le comportement de la post-hypophyse avec sa réserve de corticotrophine. Les résultats de nos dosages à la suite d'un stimulus systémique sont conformes à ce que nous connaissons déjà; nous montrons, en outre, qu'il n'y a pas, dans ce cas, de modification de la post-hypophyse. Les résultats obtenus avec un stimulus neurotrope sont absolument opposés : 1 h après l'agression

la teneur en hormone corticotrope diminue de 75 % dans la post-hypophyse, alors qu'elle reste constante dans la préhypophyse. Les résultats sont faciles à interpréter au niveau de la post-hypophyse : il est vraisemblable que celle-ci ne sécrète pas de corticotrophine, mais la met seulement en réserve ; la diminution de sa teneur en hormone corticotrope doit donc correspondre à une excrétion. Il est intéressant de souligner que celle-ci se produit à la faveur d'un stimulus neurotrope (son) et non après injection d'histamine. Le comportement de l'antéhypophyse est plus délicat à interpréter : cette partie de la glande hypophysaire peut secréter et excréter en même temps, le premier phénomène pourrait masquer le second. On ne peut donc être absolument sûr qu'elle n'excrète pas d'ACTH au cours de l'agression neurotrope.

Nos expériences montrent qu'il faut tenir compte du lobe postérieur avec sa réserve de corticotrophine dans l'interprétation des mécanismes nerveux et hormonaux déclenchés par certaines agressions de l'organisme.

NUTRITION. — *Influence du tourteau d'arachide délipidé par extraction sur la croissance et l'intégrité des testicules du Rat.* Note de M. **Raymond Ferrando** Mlle **Françoise Jacques**, Mme **Henriette Mabboux** et M. **Constantin Sollogoub**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

Ajouté à un régime de base délipidé, du tourteau d'arachide obtenu par extraction aux solvants ralentit légèrement la croissance du Rat et entraîne une dégénérescence du testicule. Certains facteurs de nature lipidique peuvent donc manquer dans les tourteaux d'extraction. L'absence de toutes autres lésions fait aussi penser à l'existence possible de seuils d'action des acides gras insaturés indispensables.

La question importante de l'efficacité alimentaire des tourteaux délipidés par extraction et spécialement celle de leur valeur comme source d'acides gras indispensables est toujours discutée ([1]). Elle revêt sur le plan théorique comme sur le plan pratique une importance certaine. Elle s'inscrit dans le cadre des recherches entreprises autrefois par Burr ([2]). Nous avons tenté d'examiner chez le Rat les conséquences de la délipidation des tourteaux par extraction.

Des rats pesant entre 85 et 89 g sont répartis en trois groupes comprenant chacun cinq sujets. Ils reçoivent le régime de base suivant :

Caséine dégraissée	147 g
Levure de bière	73
Sucre cristallisé	757
Mélange salin	25

([1]) R. Ferrando, *Annales Nutrition et Alimentation*, 5, 1951, p. 231-250.

([2]) G. O. Burr et M. M. Burr, *J. Biol. Chem.*, 82, 1929, p. 345-367 et 86, 1930, p. 587-621.

Chaque sujet reçoit tous les mois 650 µg de palmitate d'axérophtol et 25 µg de tocophérol.

Dans le régime de base on remplace selon les groupes une certaine proportion de caséine par du tourteau délipidé par extraction (12,3 % de matières grasses en moyenne) ou par pression (13,3 % de matières grasses en moyenne) de telle sorte que la teneur en matières protéiques de la ration demeure semblable dans tous les groupes. L'expérience dure 344 jours. Ce délai écoulé, les animaux sont sacrifiés et leurs testicules examinés macroscopiquement et microscopiquement après coloration à l'hématéine-éosine.

Le tableau suivant résume l'ensemble des constatations :

N° des groupes	I.	II.	III.
Nombre de rats	5	5	5
Supplément au régime de base (%)	0	8,7 (tourteau d'extraction	8,6 (tourteau de pression
Taux des lipides du régime (%) (± 20 %)	0,15	0,50	1,45
Poids au début de l'expérience	85,6	89,8	85,4
Gain de poids (g) à 57 jours	89	96,6	116,1
» 127 »	138,8	142,4	173,0
» 344 »	204,4	204,2	219,6
Poids des testicules (g)	0,835 ± 0,19	0,845 ± 0,08	2,818 ± 0,26
Aspect histologique	Dégénérescence de la lignée séminale	Dégénérescence de la lignée séminale	Normal

Si la croissance des animaux des deux premiers groupes est légèrement inférieure à la normale leur état général est excellent pendant toute l'expérience et aucune lésion cutanée semblable à celles décrites par Burr et collaborateurs n'apparaît ([2]). Seul l'appareil génital est touché comme au cours des expériences de Evans et collaborateurs ([3]).

Les réserves hépatiques de vitamine A étant très élevées dans tous les groupes, la teneur en tocophérol, évaluée dans les muscles de la cuisse droite étant importante, on ne peut penser à une carence en vitamine A ou en vitamine E. Même en l'absence d'estimation de ces réserves, les doses de ces vitamines distribuées aux sujets d'expérience font d'ailleurs exclure une telle éventualité. On peut donc valablement supposer que ces accidents sont dus à une carence en acides gras insaturés (acides linoléique et linolénique).

Ainsi d'une part et, contrairement à l'opinion de Mc Kensie et de ses collaborateurs ([4]), un faible taux de lipides dans la ration peut entraîner

([3]) H. M. Evans, Leprovsky et E. A. Murphy, *J. Biol. Chem.*, **106**, 1934, p. 445-449.

([4]) C. G. Mc Kensie, J. B. Mc Kensie et E. V. Mc Collum, *Biochem. J.*, **33**, 1939, p. 935-943.

des accidents. Nos observations font même penser qu'il pourrait bien y avoir plusieurs seuils d'action des acides gras insaturés indispensables. Au-delà d'un certain taux seul l'appareil génital serait touché à l'exclusion de tout autre accident.

D'autre part les tourteaux délipidés par extraction aux solvants organiques ne paraissent pas contenir tout ou partie des acides gras indispensables à une croissance normale et à l'intégrité du testicule.

CYTOLOGIE. — *Influence de la viscosité sur la lyse des granulocytes basophiles en milieu aqueux et coloration de ces éléments en présence de sulfate de protamine.* Note (*) de M. **Maurice Piette**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

La viscosité du milieu empêche dans une certaine mesure la lyse par l'eau des granulations des granulocytes basophiles. Le sulfate de protamine permet de colorer ces éléments sur des frottis de sang de lapin en milieux aqueux en l'absence d'un fixateur coagulant les protéines.

Sur des frottis de sang simplement séchés, il est impossible de mettre en évidence les granulations des polynucléaires basophiles par un colorant métachromatique en solution aqueuse, ces granulations étant hydrosolubles. On ne retrouve que des cellules éclatées entourées de figures de diffusion.

Nous nous sommes demandé quelle pouvait être l'influence sur cette diffusion de la viscosité et de la pression osmotique du milieu de coloration, la solubilisation des granules devant en principe rester inchangée.

Nous avons préparé des solutions aqueuses de viscosité cinématique identique et élevée (120 centistokes à 19°) mais de pouvoir osmotique très différent, l'une avec un colloïde de poids moléculaire élevé (polyvinylpyrrolidone ou P.V.P.), l'autre avec un cristalloïde (saccharose). Ces solutions, additionnées d'azur II de méthylène dans la proportion de 1 g/l ont servi à colorer (5 mn) des frottis de sang de lapin riches en granulocytes basophiles. Dans les premiers essais les lames étaient lavées avec une solution aqueuse de même titre en P.V.P. et en saccharose que celui de la solution colorante; cette précaution s'est avérée inutile, le colorant donnant naissance avec le constituant des granulations basophiles à un composé insoluble résistant bien à un lavage à l'eau.

Résultats. — 1. *Polyvinylpyrrolidone.* — S'il est possible de retrouver quelques cellules à limites encore assez précises dont le protoplasme renferme des granulations métachromatiques bien individualisées, les granulations de la plupart des éléments ont fait place à un réticulum plus ou moins

(*) Séance du 27 juin 1955.

lâche, condensé en certains endroits et s'échappant parfois en partie de la cellule début de diffusion . Ce comportement différent de certains éléments est en accord avec l'existence possible de divers degrés dans la maturation du contenu des granulations.

2. *Saccharose.* — La presque totalité des granulocytes basophiles sont déformés par des expansions lobulées. La cellule est remplie par une masse métachromatique rouge assez homogène ou formant un réticulum beaucoup plus fin qu'avec la P.V.P.

Le contrôle comparatif coloration en milieu aqueux seul montre qu'il est impossible de retrouver un granulocyte basophile intact. Les figures de diffusion, considérables, arrivent à tripler la surface cellulaire.

C'est, semble-t-il, beaucoup plus la viscosité que la pression osmotique qui empêche dans une certaine mesure la diffusion de la substance basophile après une lyse intracellulaire d'intensité variable. Il suffit pour s'en convaincre d'effectuer des colorations dans des milieux de concentration décroissante en P.V.P. et saccharose. L'effet de la dilution sur la viscosité n'est pas identique dans les deux cas : celle-ci diminue beaucoup plus vite pour le cristalloïde : l'addition d'un tiers de volume d'eau à la solution primitive ramène les viscosités cinématiques de la solution de P.V.P. et de saccharose respectivement à 51,4 et 30 centistokes. L'examen des frottis colorés avec ces solutions montre que les images de diffusion obtenues avec le saccharose sont beaucoup plus importantes qu'avec la P.V.P. La pression osmotique de la solution de saccharose, même diluée, étant encore très notablement supérieure à celle de la solution primitive de P.V.P., on peut penser que c'est surtout la viscosité qui empêche la diffusion du contenu des granulations basophiles, la lyse intracellulaire obtenue avec la solution de saccharose étant en rapport avec la pénétration plus rapide du liquide non colloïdal.

On pourrait donc penser qu'il est impossible de colorer des granulations basophiles dans un milieu aqueux dépourvu d'une substance coagulant immédiatement les protéines et fixant les granulations. En fait, il n'en est rien : le sulfate de protamine permet, en effet, de réaliser cette fixation un peu particulière.

Ce corps précipite l'héparine de ses solutions aqueuses et peut même, par un véritable déplacement, faire virer au bleu la teinte métachromatique obtenue par mélange de solutions diluées d'héparine et d'azur II.

Un frottis de sang de lapin traité par une solution aqueuse contenant respectivement 0,5 et 5 % d'azur II et de sulfate de protamine tiédie vers 37° pour éviter la précipitation de la protéine permet de retrouver les granulocytes basophiles non lysés contenant des masses protoplasmiques granulaires le plus souvent conglomérées. Il est même possible d'opérer

en deux temps : fixation par la protamine, lavage, puis coloration à l'azur, ceci uniquement avec des solutions aqueuses.

Il faut ajouter que cette coloration, appliquée au sang humain, donne des résultats négatifs. Cette affinité moins grande est en accord avec une colorabilité plus faible en milieu très acide, déjà signalée [1], et conduit à penser que la constitution chimique des granulations basophiles des polynucléaires de l'homme et du lapin, si elle est voisine, n'est cependant pas identique et appelle des recherches complémentaires.

EMBRYOLOGIE. — *Détermination des constituants mésodermiques de l'ébauche de nageoire dorsale de* Salmo. Note de M. **Yves François**, présentée par M. Louis Fage.

Des expériences réalisées sur l'embryon de Truite, au début de la morphogénèse de la nageoire dorsale ont mis en évidence l'importance du mésenchyme primaire de cette ébauche [1] dans la différenciation de l'épiderme de la nageoire et dans la mise en place des autres matériaux mésodermiques. Des opérations du même type, réalisées à des stades un peu plus avancés, apportent de nouvelles preuves du rôle morphogénétique du mésenchyme primaire.

1° Vers le 25e jour après la fécondation, sur l'embryon de *Salmo fario*, l'ébauche de la nageoire dorsale est constituée par un blastème de mésenchyme primaire, disposé au niveau des 20e à 30e métamères. En outre, commencent à apparaître les premiers bourgeons musculaires au bord dorsal des somites de la même région.

Comme au stade précédent [1], l'ablation de la portion périphérique de l'ébauche, si elle n'intéresse pas la totalité du mésenchyme primaire, est suivie d'une régénération totale et de la formation d'une nageoire normale.

Au contraire, un alevin sans nageoire est obtenu si on a incisé très bas et enlevé les bourgeons musculaires naissants, en râclant le bord des myotomes. Il est possible, enfin, de faire passer l'incision à un niveau intermédiaire, c'est-à-dire de couper entre le mésenchyme et les jeunes bourgeons musculaires. En ce cas; il n'y a pas non plus de régénération et, généralement, absence totale de nageoire. Cependant dans quelques cas existent quelques massifs ou cordons musculaires malformés, sans squelette.

---

(1) M. Piette, *Comptes rendus*, **240**, 1955, p. 1366.

(1) Y. François, *Comptes rendus*, **240**, 1955, p. 2559.

2° Les mêmes types d'expériences peuvent être réalisés sur des embryons à un stade légèrement ultérieur : les bourgeons musculaires ont progressé, se sont détachés des somites et sont sur le point d'atteindre le mésenchyme primaire. Il va sans dire que l'ablation de la totalité de l'ébauche par incision au-dessous des bourgeons musculaires entraînera l'absence complète de nageoire.

Plus intéressante est l'opération où l'on pratique l'incision dans une zone intermédiaire, aussi exactement que possible entre le mésenchyme primaire et les bourgeons musculaires. La marge est étroite, il faut contrôler chaque opéré et éliminer ceux où les bourgeons sont entamés et ceux où il semble être resté du mésenchyme. Le résultat dans plus de la moitié des cas est le suivant : absence complète de nageoire externe (repli cutané, baséostes et lépidotriches), mais présence d'une nageoire profonde plus ou moins normale (endosquelette et musculature).

Conclusions. — L'interprétation de ces divers résultats peut être la suivante :

Au début de la migration des bourgeons musculaires, le mésenchyme primaire est encore nécessaire à leur évolution normale et à la mise en place du mésenchyme secondaire. Suivant que les bourgeons sont plus ou moins avancés, ils sont incapables (en l'absence du mésenchyme primaire) d'une différenciation normale ou bien ils peuvent se différencier et donner, en l'absence de formation squelettique, des cordons musculaires, évidemment anormaux. En tout cas, le mésenchyme secondaire ne migre pas et par conséquent l'endosquelette ne se forme pas.

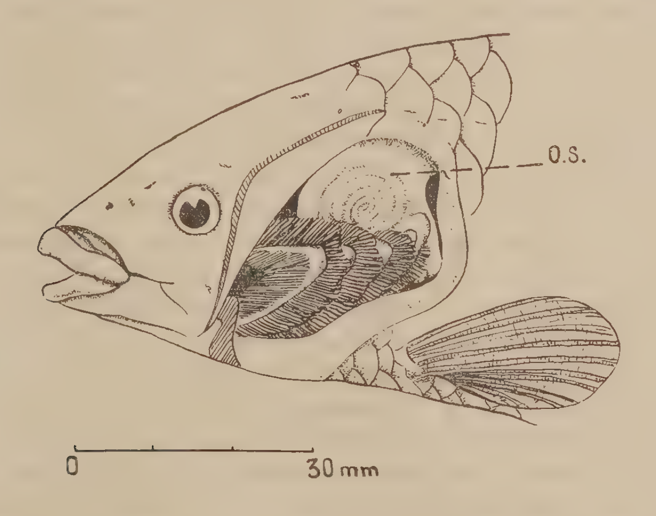
Un peu plus tard, au contraire, lorsque les bourgeons musculaires vont atteindre le mésenchyme primaire, leur course est à peu près achevée, la mise en place de tous les matériaux mésodermiques est faite et leur détermination est assurée. Le mésenchyme primaire a, dès lors, perdu son rôle organisateur. Sa présence n'est plus indispensable à la différenciation des organes proximaux de la nageoire dorsale. Il a cependant encore à ce stade un rôle morphogénétique important et son absence est sans doute responsable des malformations de l'endosquelette. En effet, le modelage des axonostes cartilagineux est certainement influencé par la présence des baséostes et des lépidotriches. Quant à la musculature elle ne peut se développer normalement en l'absence d'un de ses points d'insertion normal.

Le moment où les bourgeons musculaires sont près d'atteindre le mésenchyme primaire constitue donc une étape très importante dans la morphogénèse de la nageoire dorsale de *Salmo*. C'est à ce stade que, les constituants mésodermiques étant en place, la détermination est assurée, précédant de peu la différenciation.

ZOOLOGIE. — *Sur le rôle de l'organe suprabranchial d'*Heterotis niloticus *Ehrenberg (Téléostéen).* Note de M. **François d'Aubenton**, présentée par M. Louis Fage.

Heterotis niloticus Ehrenberg 1827 est un poisson d'eau douce qui vit en Afrique, au nord de l'Équateur, dans la zone dite soudanienne (Sénégal, Niger, Gambie, Tchad, Nil, etc.) et qui appartient à la famille des *Osteoglossidæ* ((Téléostéens Isospondyles).

La partie supérieure du quatrième arc branchial de ce poisson, modifiée, constitue un « organe suprabranchial » (O. S.). Logé au fond de la partie supérieure de la cavité branchiale, de chaque côté du pharynx, cet organe suprabranchial se présente comme une masse sphérique dont la base convexe ressemble à un colimaçon à enroulement dextre (côté gauche) ou sénestre (côté droit). Le nombre de tours de spires augmente avec l'âge et la taille du poisson (*fig.*). Des organes semblables ont été décrits chez certains Clupéidés, Chanidés et Ostéoglossidés par J. Hyrtl [1] et plus récemment par Th. Monod [2].



L'intérieur de l'organe est constitué par un tube de section aplatie, progressivement décroissant, enroulé en hélice, chaque tour prenant place dans le berceau formé par le tour qui précède. L'espace axial est occupé par le nerf X. La vascularisation de l'organe, peu importante, est assurée par quelques vaisseaux sanguins issus de la quatrième artère branchiale

(1) *Denkschr. K. Akad. Wiss.*, **10**, 1855, p. 47-57.
(2) *Bulletin I. F. A. N.*, **2**, 1949, p. 36-76.

efférente ou se rendant à l'aorte dorsale. Les parois sont constituées de tissu cartilagineux et de tissu conjonctif et sont limitées par un épiderme pluristratifié.

Plusieurs parties peuvent être distinguées dans le tube, notamment une sorte de chicane constituée par deux rangées de branchiospines très courtes, insérées respectivement de part et d'autre de la paroi, au-dessus d'un canal de section arrondie. Des cellules à mucus peuvent être mises en évidence par le mucicarmin en certains points de la paroi du tube, notamment vers le sommet et à la base.

Il existe également des bourgeons sensoriels piriformes constitués de cellules très allongées, terminées en pointe. Des ramifications nerveuses émanant de ces organes sont décelables, dans le tissu conjonctif, par la méthode de Bielschowsky. L'organe suprabranchial semble donc avoir un rôle sensoriel.

De plus, la présence constatée au cours des dissections de matériaux alimentaires divers dans certaines parties du tube, et dont la circulation doit être facilitée par les cellules à mucus, fait envisager un rôle dans la nutrition. L'eau chargée de particules alimentaires pénètre dans l'organe et tourbillonne jusqu'au sommet du tube. Les aliments sont arrêtés par la double rangée de branchiospines. L'eau passe à travers les chicanes et est évacuée à l'extérieur par le canal de section arrondie qui débouche sous l'opercule. Les aliments, enrobés de mucus, redescendent en longeant les branchiospines et rejoignent l'œsophage.

L'organe suprabranchial peut être considéré comme une sorte de filtre complémentaire qui vient s'ajouter au tamis très efficace constitué par les branchiospines des trois premiers arcs et de la partie inférieure du quatrième, branchiospines très nombreuses, longues, fines et serrées comme chez beaucoup d'espèces microphages. Il existe également sur les trois premiers arcs branchiaux des languettes destinées à arrêter les aliments trop volumineux et à permettre leur écrasement entre la langue et les antoptérygoïdes munis de dents villiformes.

L'organe suprabranchial d'*Heterotis niloticus* n'est donc pas, comme on le pensait, un organe respiratoire accessoire. C'est à la fois un organe sensoriel et un organe jouant un rôle mécanique en rapport avec le régime alimentaire.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Considérations physiomorphologiques sur la tête de* Latimeria (*Crossoptérygien Cœlacanthidé*). Note de MM. **Jacques Millot** et **Jean Anthony**, présentée par M. Louis Fage.

L'étude anatomique et l'analyse histologique conjuguées de la tête de *Latimeria* révèlent un certain nombre de faits dignes d'attention.

Nous retiendrons aujourd'hui :

1° le développement et l'élongation, sans équivalent chez les autres Vertébrés, du système glandulaire pituitaire. Celui-ci ne forme pas seulement, comme il est de règle, une masse plus ou moins bien délimitée sous le plancher du diencéphale, mais se trouve étiré dans un cordon conjonctivo-vasculaire partiellement creux, d'une dizaine de centimètres de longueur. Ce cordon, représentant manifestement la poche embryonnaire de Rathke, relie l'infundibulum, placé très postérieurement dans la région occipitale du crâne, au fond d'une dépression profonde prolongeant ventralement la fosse dite hypophysaire en avant du basisphénoïde, au-dessus du plancher buccal. On peut y distinguer deux formations glandulaires principales : l'une postérieure, située sous le télencéphale, partiellement pénétrée par les digitations du lobe nerveux issu de l'infundibulum, correspond à l'hypophyse classique, l'autre antérieure et ventrale, formant un cylindre de plusieurs centimètres de longueur, occupe le fond de la dépression susmentionnée : elle n'a pas de correspondant chez les autres Vertébrés, sinon peut-être, sous une forme réduite, chez les Polyptères qui comptent, comme on sait, parmi les Poissons les plus archaïques et ont des affinités avec les Crossoptérygiens. Entre ces deux parties, on observe des îlots isolés de tissu glandulaire, en nombre et en importance variables selon les individus;

2° le développement démesuré, surtout en longueur, du crâne par rapport à l'encéphale, avec déplacement apparent de la fosse hypophysaire vers l'avant;

3° l'existence, dans le squelette céphalique, de caractères de néoténie tels que la permanence de l'articulation intracrânienne (disposition déjà interprétée par Romer, 1937, comme néoténique chez les Crossoptérygiens fossiles) — la permanence d'une chorde fibreuse représentant à elle seule la quasi-totalité du squelette axial et comportant une partie crânienne importante — la permanence de la fenêtre basicrânienne postérieure — la prédominance du tissu cartilagineux sur le tissu osseux.

Il est tentant de rechercher dans l'abondance anormale d'un tissu pituitaire, donnant tous les signes histologiques d'une grande activité, la cause déterminante de la croissance disproportionnée du crâne. *Latimeria* serait alors un Poisson atteint de gigantisme, au même titre que les Dinosauriens parmi les Reptiles, les *Dinornis* et *Aepyornis* parmi les Oiseaux.

Les dispositions néoténiques de *Latimeria* sont-elles liées à ce gigantisme de type acromégalique ? Bien qu'elles soient plus ou moins entraînées dans le développement anormal du crâne, leur origine est certainement indépendante de l'hypertrophie de la glande pituitaire. Ces mêmes caractères de néoténie se retrouvent en effet chez tous les Crossoptérygiens, et il n'est pas question de supposer que les prédécesseurs des Vertébrés tétra-

podes aient pu être affectés de gigantisme — non seulement parce qu'en fait ils sont en général de faible ou de très faible taille, mais aussi parce que le gigantisme annonce toujours, sinon la fin des lignées, tout au moins l'extinction de leurs facultés évolutives. Aussi la néoténie a-t-elle dû se présenter à l'état isolé chez les Crossoptérygiens les plus anciens, puis s'accompagner d'hypertrophie de la glande pituitaire à partir de certaines formes qu'il serait important de reconnaître.

Malheureusement, une telle hypertrophie est bien difficile à déceler sur les types fossiles dont les structures ne sont qu'imparfaitement conservées et chez lesquels l'hypophyse n'a pas laissé de traces directes : on ne peut, d'aucune manière, tirer argument à ce sujet des dimensions de la fosse pituitaire osseuse, celle-ci étant, même chez *Latimeria*, en majeure partie remplie de tissu graisseux.

Sans être, à l'heure actuelle, en mesure de préciser davantage une interprétation qui, dans le présent état de nos connaissances, garde un caractère quelque peu spéculatif, nous croyons pouvoir affirmer que *Latimeria*, tout en conservant les dispositions néoténiques des autres Crossoptérygiens, a porté à leur degré extrême certains des caractères de spécialisation qui ont écarté les Cœlacanthes de la grande voie évolutive des Vertébrés, tels que l'allongement des nageoires pédonculées impaires — la disparition du processus basiptérygoïdeus — un gigantisme pituitaire couronnant la tendance générale à l'augmentation de taille corporelle, évidente dans le phylum depuis le mésozoïque et qui atteint son maximum chez l'espèce contemporaine.

BIOLOGIE. — *Influence du bleu de méthylène sur deux générations successives de* Drosophiles. Note (*) de M. **Jean David**, présentée par M. Maurice Caullery.

L'élevage de Drosophiles sur un milieu contenant du bleu de méthylène permet d'observer un effet cumulatif au cours de deux générations successives. Ce phénomène se traduit par un développement moins rapide et une mortalité larvo-nymphale plus forte dans la deuxième génération que dans la première.

Grâce à l'utilisation de techniques minutieuses, il est possible de mesurer certains caractères quantitatifs du développement de la Drosophile avec précision (1). Ce résultat a permis d'étudier les effets d'un toxique sur plusieurs générations successives. La substance choisie est le bleu de méthylène. Les observations effectuées sur les deux premières générations seront seules exposées ici.

(*) Séance du 27 juin 1955.

(1) J. David, *Bull. Biol.* (sous presse).

Toutes les expériences ont porté sur une souche du mutant *vestigial*. Les caractères mesurés sont la durée du développement et la mortalité larvo-nymphale. Deux milieux d'élevage ont été utilisés : milieu stérile et milieu fermenté ([1]). Le bleu de méthylène a été incorporé à ces milieux, à des concentrations de 1/20 000e et 1/30 000e. Les parents de la première génération ont été élevés et ont pondu sur un milieu sans toxique. Les œufs ont été transférés sur le milieu additionné de bleu de méthylène. Les imagos issues de cet élevage ont été utilisées pour obtenir la deuxième génération : elles ont été maintenues pendant toute leur vie sur le milieu toxique.

Dans chaque expérience, les deux générations ont été élevées sur un milieu préparé en une seule fois et conservé à la glacière. Plusieurs expériences ont été réalisées avec des milieux de même composition pondérale, mais préparés à des dates différentes.

Les résultats concernant la durée du développement se sont révélés plus constants dans les élevages effectués sur le milieu stérile additionné de 1/30 000e de bleu de méthylène. Les durées moyennes en heures (M) du développement, ainsi que les nombres (n) de mouches étudiées sont indiqués dans le tableau I.

TABLEAU I.

Date de préparation du milieu.	Première génération.		Deuxième génération.		Différence entre la 1re et la 2e génération.
	M.	n.	M.	n.	
31 janvier 1955.....	270,4	70	315,9	100	35,5
15 février 1955.....	313,9	201	352,4	19	38,5
1er mars 1955.....	321,3	142	373,6	25	52,3

L'ensemble des résultats a été étudié par la méthode d'analyse de variance. Celle-ci a montré que, pour obtenir une population homogène, il faut que les élevages soient effectués dans des tubes contenant un milieu préparé au même moment et que ces tubes soient peuplés le même jour à partir d'œufs fournis par un même lot de parents. Lorsque les tubes ne sont pas peuplés le même jour, on observe assez souvent des différences significatives, contrairement à ce qui se passe pour les élevages effectués sur un milieu sans toxique.

Ainsi l'addition du toxique semble donc accroître nettement la variabilité, ce qui rend plus difficile l'étude des facteurs qui sont en jeu. Un certain nombre de résultats peuvent cependant être considérés comme solidement établis. On remarque en particulier que, dans toutes les expériences, la deuxième génération se développe moins vite que la première. L'importance de l'écart relevé est très supérieure à celle de la variabilité que l'on observe à l'intérieur de chaque génération, ce qui nous permet de considérer la différence comme très significative.

Les résultats obtenus sur milieu fermenté se sont révélés plus variables

que les précédents. Cependant, les élevages effectués sur des milieux contenant 1/20 000e et 1/30 000e de bleu de méthylène donnent des résultats (tableau II) qui conduisent à la même conclusion que celle obtenue pour les expériences sur milieu stérile.

TABLEAU II.

Date de préparation du milieu.	Concentration 1/20 000e				Concentration 1/30 000e			
	1re génération.		2e génération.		1re génération.		2e génération.	
	M.	*n.*	M.	*n.*	M.	*n.*	M.	*n.*
1er décembre 1954....	355,9	50	379,3	64	–	–	–	–
24 » »	347,0	65	422,8	25	284,1	155	343,0	57
10 janvier 1955....	376,2	59	375,4	32	346,8	76	359,5	83
26 » »	300,7	87	347,4	17	279,3	109	316,5	147
8 février 1955....	–	–	–	–	321,6	21	323,9	110

L'étude de la mortalité larvo-nymphale montre une nouvelle différence entre les deux générations. Les résultats obtenus sur milieu stérile, pour les mêmes expériences que celle du tableau I, sont indiqués dans le tableau III. Malgré une assez grande variabilité entre les diverses expériences, il apparaît constamment une mortalité beaucoup plus forte dans la deuxième génération, en moyenne plus de trois fois supérieure à celle observée dans la première.

TABLEAU III.

Date de préparation du milieu.	1re génération.		2e génération.	
	% mortalité.	Nombre de larves.	% mortalité.	Nombre de larves.
31 janvier 1955...	7,9	76	27,6	127
15 février 1955...	16,9	240	66,6	57
1er mars 1955...	12,3	162	52,8	53
RÉSULTATS TOTAUX.	13,6	478	42,4	237

Il ressort de ces expériences que la deuxième génération est moins vigoureuse que la première, plus sensible que celle-ci aux effets de l'intoxication par le bleu de méthylène. Il semble difficile d'expliquer cette observation par les effets d'une sélection sur une population génétiquement hétérogène, car, dans cette hypothèse, on devrait plutôt aboutir à une accoutumance. Nous sommes plutôt conduits à envisager, sous l'influence du toxique, l'altération d'un processus physiologique lors de la gamétogenèse. Mais avant de poursuivre l'analyse des nombreux problèmes posés par ce résultat, il paraît nécessaire de définir d'abord les nombreux facteurs de variation qui se manifestent et de les dominer pour accroître la sécurité des expériences. Des expériences en cours permettront sans doute de parvenir à ce but.

BIOLOGIE. — *Cycle neurosécrétoire chez* Chlamys varia *L. et* Mytilus edulis *L.* (*Mollusques lamellibranches*). Note (*) de M. **Pierre Lubet**, présentée par M. Maurice Caullery.

L'existence de cellules neurosécrétrices dans les ganglions nerveux des Mollusques Gastéropodes et Céphalopodes est bien connue depuis les travaux classiques de B. Scharrer et de M. Gabe. Récemment, ce dernier auteur décrit (1), chez de nombreuses espèces de Lamellibranches, les cellules neurosécrétrices des ganglions cérébroïdes et viscéraux.

Depuis plusieurs années, j'ai suivi le cycle sécrétoire des cellules neurosécrétrices de *Chlamys varia* L. et de *Mytilus edulis* L. Chez ces espèces, les cellules neurosécrétrices sont localisées dans les ganglions cérébroïdes et viscéraux, le ganglion pédieux ne semblant pas en contenir.

Les cellules des ganglions cérébroïdes sont situées latérodorsalement, dans la couche périphérique de cellules ganglionnaires (*fig.* 1). Elles sont dispersées dans la partie antérieure du ganglion et sont surtout nombreuses dans la zone comprise entre le départ des nerfs des palpes et de la commissure périœsophagienne. Le ganglion viscéral (*Chlamys varia* L.) ou les ganglions viscéraux (*Mytilus edulis* L.) en contiennent également dans la couche ganglionnaire dorsale (*fig.* 1).

Chez les deux espèces étudiées, les cellules neurosécrétrices semblent appartenir à deux types cellulaires que l'on trouve aussi bien dans les ganglions cérébroïdes que viscéraux. Il s'agit de neurones unipolaires d'aspect piriforme, dont la taille ne dépasse pas 20 μ ou des cellules de forme hexagonale ou ovale, neurones unipolaires ou multipolaires dont la taille est comprise entre 8 à 15 μ.

Mes recherches ne font que confirmer les observations de M. Gabe (1) sur les caractères cytologiques et histochimiques de telles cellules. J'ajouterai toutefois que ce produit de sécrétion, fortement fuchsinophile (fuchsine d'Altmann) ne prend ni les colorants des nucléoprotides (résultats négatifs des réactions de Feulgen, J. Brachet), ni ceux des glucides (résultats négatifs des réactions de Hotchkiss et de Bauer). Comme ce produit de sécrétion n'a également aucune affinité pour les colorants des lipides, il se pourrait que ce produit fut de nature protidique.

L'apparition de ce produit de neurosécrétion (*fig.* 2) chez les espèces étudiées semble un peu antérieur au début de la gamétogénèse. L'accumulation du produit de neurosécrétion est maximum au moment de la maturité

(*) Séance du 27 juin 1955.

(1) M. Gabe, *Comptes rendus*, **240**, 1955, p. 1010.

gamétique (*fig.* 3). les cellules neurosécrétrices sont alors bourrées de produit de sécrétion. Celui-ci se présente sous l'aspect de grains de 1 à 2 μ, qui, dans des stades proches de leur évacuation, perdent leur individualité et confluent en amas délimitant entre eux des zones plus claires. L'éva-

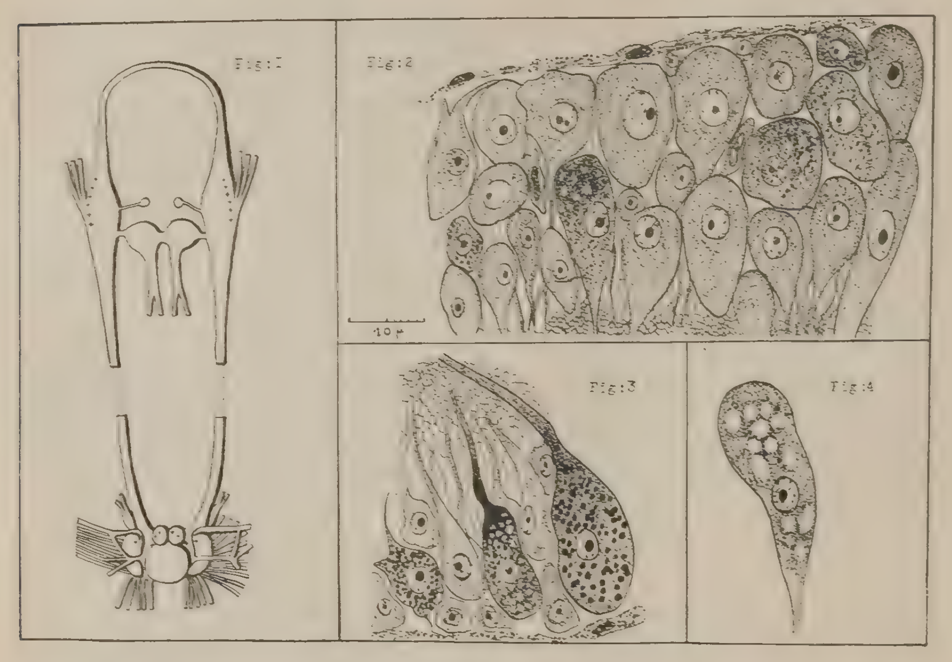


Fig. 1. — Schéma général du système nerveux de *Chlamys varia* L. (+-+-+), zone de cellules neurosécrétrices.

Fig. 2. — Ganglion cérébroïde de *Chlamys varia* L. : début de l'activité neurosécrétoire (fin janvier; fuchsine d'Altmann).

Fig. 3. — Ganglion cérébroïde de *Chlamys varia* L. : activité sécrétoire maximum et début d'évacuation du produit de sécrétion (début juillet; fuchsine d'Altmann).

Fig. 4. — Ganglion cérébroïde de *Chlamys varia* L. Cellule neuro-sécrétrice après l'évacuation du produit de sécrétion (fin juillet; fuchsine d'Altmann).

cuation du produit a lieu par voie axonale, le produit de sécrétion s'accumulant dans le cône d'émergence de l'axone. Le produit de sécrétion disparaît dans la zone proximale de l'axone et, comme le signale M. Gabe [1], on ne rencontre pas de produit de sécrétion dans les nerfs issus des zones où l'on rencontre des cellules neurosécrétrices. L'évacuation du produit de neurosécrétion a toujours lieu quelques jours avant l'émission des gamètes. Toutefois, l'on assiste souvent à une émission fractionnée (surtout chez les femelles). L'on peut alors observer avant chaque émission la vidange d'un certain nombre de cellules neurosécrétrices. Après l'évacuation totale des gonades, toutes les cellules neurosécrétrices sont vides et ont un aspect

caractéristique (*fig.* 4), le cytoplasme devenu vacuolaire renfermant entre ses vacuoles des reliquats du neurosécrétat. La reprise de l'activité neurosécrétoire semble précéder de peu la reprise de la gamétogénèse.

Ces images cytologiques suggèrent l'existence d'un lien entre le cycle sexuel et le cycle sécrétoire des cellules neurosécrétrices. Cette hypothèse est susceptible de recevoir une confirmation expérimentale.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action inductrice proliférative du tissu pulmonaire greffé sur les épithéliums.* Note de MM. **Pierre Ganter, Raoul-Michel May** et **Raoul Kourilsky**, présentée par M. Christian Champy.

1. Nous avons greffé dans la chambre antérieure de l'œil de Souris adultes, selon la technique décrite par l'un de nous [1] des fragments de poumon, provenant dans 236 cas de fœtus ou de nouveau-nés de la même lignée (greffes bréphoplastiques) et dans 15 cas de Souris adultes.

Il a été constaté en particulier, sur un total de 251 greffes, que dans près de 50 % des cas, quel que soit le donneur (fœtus, nouveau-né ou adulte) le tissu pulmonaire provoquait une importante réaction de l'épithélium cornéen : celui-ci prolifère à l'intérieur de l'implant, forme des boyaux épithéliaux qui se kératinisent et qui finissent par envahir complètement le greffon. Il s'agit là d'un phénomène d'induction épithéliale analogue à celui observé par l'un de nous en 1951 [2], mais obtenu en imprégnant les greffons avec de l'hydrate de chloral : dans les expériences actuelles c'est le poumon seul, sans adjonction d'aucune substance, qui détermine cette induction.

2. Nous nous sommes attachés à préciser ce phénomène, et avons réalisé un travail expérimental totalisant 250 nouvelles greffes endoculaires chez la Souris et le Cobaye.

Nous avons tout d'abord éliminé le rôle du traumatisme dans la formation des globes cornés et boyaux épithéliaux, d'une part en étudiant les lésions provoquées au niveau de l'œil par l'acte opératoire et, d'autre part, en greffant un corps étranger inerte, la moelle de sureau (25 greffes).

Dans une autre série d'expériences nous avons réalisé la greffe intraoculaire de différents tissus et fragments d'organes : tissu adipeux, foie, rein, intestin, surrénale, thyroïde, peau, trachée (70 greffes en tout). Dans aucun cas nous n'avons observé la prolifération épithéliale ni la formation de globes cornés.

Nous avons ensuite cherché à préciser l'existence éventuelle, dans le

(1) R.-M. May, *Arch. Anat. Microsc.*, 26, 1930, p. 433.

(2) R.-M. May, *Bull. biol. France et Belg.*, 85, 1951, p. 305.

poumon, d'un « support » de cette propriété. Chez 27 animaux nous avons greffé des fragments de poumon détruits par broyage mécanique ou par la chaleur (eau à 56° pendant quelques minutes) : nous n'avons jamais observé d'action inductrice sur l'épithélium cornéen. Sur 100 greffes de poumon de nouveau-né, pratiquées chez la Souris et le Cobaye, nous avons observé que la prolifération de l'épithélium cornéen ne se produit jamais si le greffon pulmonaire n'a pas de contact avec cet épithélium. Par contre, elle se produit *toujours* si le contact est réalisé, au niveau de l'incision opératoire du limbe cornéen, par où est introduit le greffon.

Dans une dernière série d'expériences nous avons voulu déterminer si la propriété étudiée s'exerçait exclusivement sur l'épithélium cornéen ou si d'autres épithéliums étaient capables de réagir de la même façon au contact du tissu pulmonaire.

a. Chez dix souris nous avons greffé simultanément, toujours dans la chambre antérieure de l'œil de la Souris adulte, ce tissu et des fragments de trachée de nouveau-né : la trachée n'a pas réagi.

b. Par contre, dans 22 greffes simultanées de poumon et de peau de Souriceau nouveau-né, pratiquées selon la même technique, nous avons pu observer trois fois, au contact du poumon, la prolifération anarchique de l'épiderme cutané, avec formation de globes cornés qui envahissent le greffon pulmonaire. Seule la partie de la peau qui est immédiatement en contact avec le poumon semble réagir.

3. *Conclusions.* — 1° Le tissu pulmonaire greffé dans la chambre antérieure de l'œil paraît posséder, et posséder seul, parmi les tissus normaux, une propriété induisant la prolifération anarchique de l'épithélium cornéen à l'intérieur du greffon et la kératinisation des boyaux épithéliaux ainsi provoqués, donnant à ces formations, sur coupe, l'aspect des globes cornés observés dans les épithéliomas malpighiens.

2° Cette propriété s'exerce également vis-à-vis de l'épithélium cutané.

3° Il semble que ce soit le parenchyme pulmonaire, et non les conduits aériens, qui soit responsable de la prolifération épithéliale.

4° Pour que cette propriété se manifeste, il faut et il suffit que le greffon pulmonaire soit en contact direct avec l'épithélium sur lequel elle se produit.

5° Ce pouvoir inducteur paraît lié à la conservation d'un certain métabolisme du tissu implanté et disparaît si le tissu est altéré.

6° La prolifération épithéliale induite est anarchique, mais limitée dans le temps (elle se résorbe en même temps que le greffon après environ 2 mois) et dans l'espace (elle n'envahit que le greffon pulmonaire et ne donne pas de métastases).

Des expériences nombreuses qui ont été faites (505 greffes), il résulte que le tissu pulmonaire posséderait une *propriété inductrice proliférative*

vis-à-vis des épithéliums cornéen et cutané. Nous en donnons les détails dans un travail plus complet [3].

BIOLOGIE MARINE. — *Répartition de la faune interstitielle dans un segment de plage sablo-vaseuse du bassin d'Arcachon.* Note de M. **Jean-P. Boisseau** et Mlle **Jeanne Renaud**, présentée par M. Louis Fage.

Sur un segment de plage sablo-vaseuse du bassin d'Arcachon, perpendiculaire à la côte, et situé dans la zone de balancement des marées, nous avons prélevé dans dix stations, équidistantes de 6 m, une carotte de 5 cm de diamètre et de 70 cm de long. Chaque carotte a été découpée en sept tronçons de 10 cm et dans chaque tronçon nous avons prélevé 75 cm^3 de sable, dont la microfaune a été qualitativement et quantitativement déterminée à l'aide d'une technique originale que nous décrivons ailleurs. L'ensemble de ces opérations a été répété deux fois. Les résultats exposés ci-dessous ont été acquis entre le 15 décembre 1954 et le 5 janvier 1955.

A. *Variabilité.* — Les résultats numériques se sont révélés approximativement constants au cours des deux essais, lorsque les prélèvements sont effectués dans des conditions identiques, au même niveau, à la même profondeur, au moment de la basse mer et à l'intérieur de périodes où les températures diurnes et nocturnes sont semblables. La première série de prélèvements a fourni 5 593 animaux, la seconde 5 486; sur la figure 1 les courbes P_1 et P_2 indiquent les variations numériques de la population globale suivant la profondeur, pour la première et la deuxième série de prélèvements : sans être parfaite la concordance est très satisfaisante.

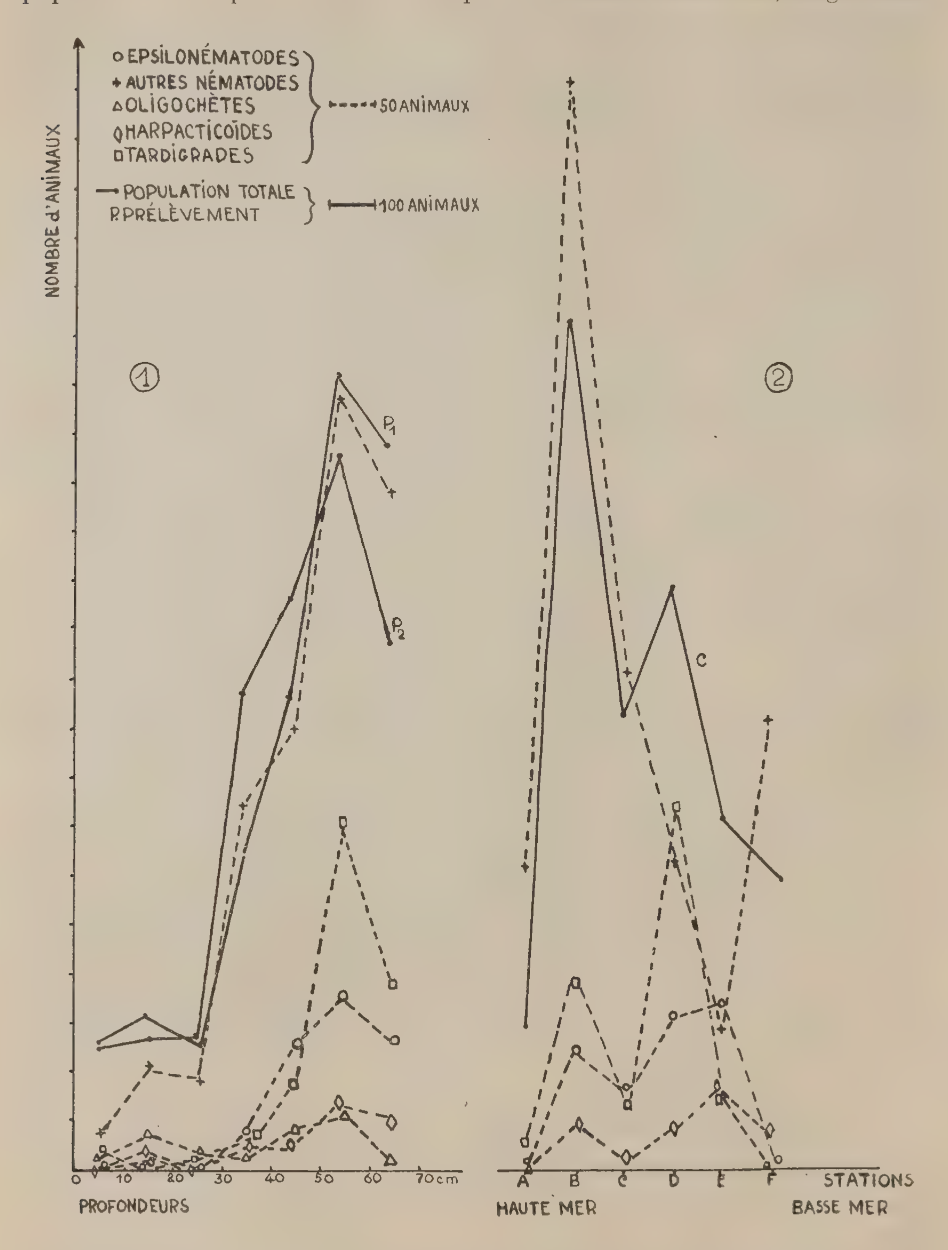
B. *Répartition verticale.* — Dans une même station la comparaison des strates successives révèle une augmentation du nombre global des animaux et des différents groupes considérés séparément, de la surface à — 70 cm. Cette augmentation n'est pas continue : entre 0 et — 30 cm les densités sont faibles et sensiblement égales, avec le plus souvent un léger maximum entre — 10 et — 20 cm. Puis, de — 30 à — 60 cm, le nombre d'animaux augmente régulièrement et considérablement pour diminuer ensuite. Ces phénomènes se répétant à chaque station, les courbes P_1 et P_2 (*fig.* 1) traduisent les résultats globaux obtenus en totalisant par strate les nombres obtenus à chaque station.

Les courbes exprimant les variations quantitatives propres aux Nématodes, Epsilonématodes, Oligochètes, Harpacticoïdes et Tardigrades, par rapport à la profondeur, ont une même allure générale, identique à celle de la courbe représentant les variations numériques globales de la population entière de chaque strate.

---

(3) P. Ganter, *Thèse méd.*, Paris, 1955, 368 pages.

C. *Répartition horizontale.* — D'une station à l'autre la densité de la population n'est pas constante : elle présente deux maximums, inégalement



importants, situés à un niveau moyen et distants d'une douzaine de mètres. Ils correspondent approximativement au niveau moyen de haute

mer et au niveau moyen des marées. La courbe C (*fig.* 2) représente la répartition horizontale de la population globale. Cette courbe à deux sommets est la somme de phénomènes semblables à l'échelle des divers groupes d'animaux constituant la population. Cependant, les zones de densité maximum et minimum ne coïncident pas totalement pour les divers groupes et présentent des décalages caractéristiques.

Ces premiers résultats semblent montrer qu'au moins dans un laps de temps donné, la répartition de la microfaune interstitielle n'est pas quelconque et reste relativement constante. Des recherches en cours devront préciser les lois auxquelles obéissent ces répartitions et leurs variations.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Les produits de l'action de la* L-*acidaminodéshydrogénase du foie de Dindon sur l'arginine, l'ornithine et la lysine.* Note de

MM. **Paul Boulanger** et **Roger Osteux**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

Les produits de l'action de la L-acidaminodéshydrogénase du foie de Dindon sont pour la L-arginine, l'acide α-céto-δ-guanidinovalérique, pour la L-ornithine, l'acide α-céto-δ-aminovalérique, en équilibre avec l'acide Δ^1-pyrroline-2-carboxylique ; le produit de désamination de la L-lysine se comporte pratiquement dans toutes les réactions comme l'acide Δ^1-pipéridine-2-carboxylique.

Dans une Note précédente [1], nous avons mis en évidence la nature cyclique du produit de désamination de la L-lysine par la L-acidaminodéshydrogénase du foie de Dindon, et nous l'avons identifié à un acide Δ^1-pipéridine-carboxylique, réductible catalytiquement en acide pipécolique. Une étude plus poussée de la désamination des acides aminés bibasiques nous a conduits aux résultats suivants.

L-Arginine. — Après désamination en présence de catalase et chromatographie dans le solvant butanol-acétique, on décèle deux composés, A_1 et A_2 (voir *figure* ci-contre), que leurs R_F et plusieurs réactions spécifiques (Sakaguchi, 2.4-dinitrophénylhydrazine) permettent d'identifier respectivement à l'*acide α-céto-δ-guanidinovalérique* et à l'*acide δ-guanidinobutyrique ;* après réduction, on observe sur les chromatogrammes une nouvelle tache A_3, qui n'est autre que l'acide α-hydroxy-δ-guanidinovalérique provenant de la réduction de l'acide α-cétonique (A_1) ; une tache très faible, A_4, n'a pas été identifiée (γ-guanidinobutanol ?). Le dosage de l'acide α-cétonique par le sulfate cérique correspond à peu près exactement à la quantité d'arginine initiale et le chromatogramme révèle la transformation complète en acide γ-guanidinobutyrique. Ces observations sont entièrement confirmées par l'emploi de L-arginine uniformément marquée par ^{14}C.

---

(1) *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 406.

L-Ornithine. — Après la désamination par un enzyme purifié, en présence de catalase, le chromatogramme comporte une tache O_1 qui réagit avec la ninhydrine d'une façon atypique (jaune grisâtre) et qui donne très faiblement la réaction des acides α-cétoniques : la révélation par l'*o*-aminobenzaldéhyde donne deux taches jaune citron (O_1 et O_2). D'autre part, le produit de désamination donne *in vitro* avec l'*o*-aminobenzaldéhyde un composé jaune citron (O_3) : par addition de 2.4-dinitrophénylhydrazine, il se forme un précipité jaune brun, fondant à 211-212°C comme l'hydrazone de l'acide α-céto-δ-aminovalérique : la présence de cet acide est confirmée par le dosage au sulfate cérique.

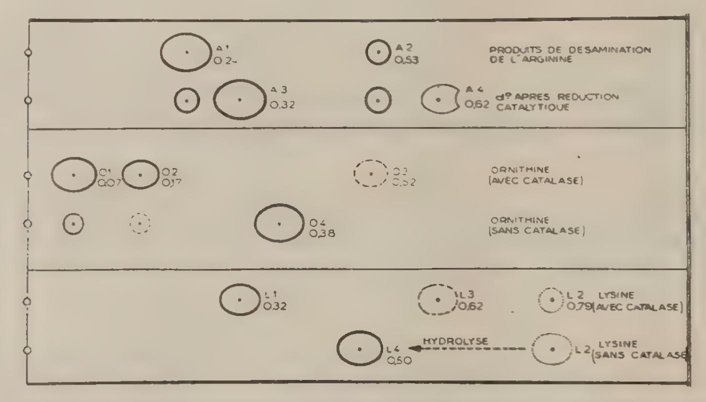


Schéma des chromatogrammes unidimensionnels (solvant butanol/acide acétique/eau, 5 : 1 : 4, — papier Whatman n° 1). — Pour A_1, A_2, O_1, O_2, etc., *voir* le texte. L_1 : tache donnant une réaction à la ninhydrine très faible et de teinte grisâtre ; teinte orange avec l'*o*.aminobenzaldéhyde (= ac. Δ^1-pipéridine-carboxylique) ; L_3 : dérivé de L_1 avec l'*o*.aminobenzaldéhyde (orangé) ; L_2 : lactame de l'acide δ-aminovalérique (révélée seulement par sa radioactivité) ; L_4 : acide δ-aminovalérique (obtenu par hydrolyse de L_2). Toutes ces taches sont très radioactives lorsqu'on opère avec de la L-lysine-^{14}C.

En l'absence de catalase, la transformation directe en acide γ-aminobutyrique (O_4) est pratiquement quantitative. Tous ces résultats, confirmés par l'emploi de L-ornithine-^{14}C, sont en faveur de l'α-désamination de l'ornithine en acide α-cétonique, en équilibre avec le produit de cyclisation :

$$\text{acide } \alpha\text{-céto-}\delta\text{-aminovalérique} \rightleftharpoons \text{acide } \Delta^1\text{-pyrroline-carboxylique}$$

réaction qui explique toutes les constatations expérimentales, en particulier la réduction catalytique en DL-proline.

L-*Lysine.* — Le comportement de la lysine est analogue, mais nous n'avons pu mettre en évidence la forme α-cétonique du produit de la réaction, aussi bien sur les chromatogrammes qu'en solution ; seule la décarboxylation par le sulfate cérique est positive, mais non quantitative [*cf.* Meister ([2])].

([2]) *J. Biol. Chem.*, **206**, 1954, p. 587.

Il semble que la réaction :

acide α-céto-ε-aminocaproïque ⇌ acide Δ[1]-pipéridine-carboxylique

soit pratiquement totale dans le sens de gauche à droite et que le produit réagisse toujours sous sa forme cyclisée. Une confirmation de cette façon de voir est fournie par le fait que la désaminase, en l'absence de catalase, ne donne pas l'acide δ-aminovalérique, mais bien la *lactame*, l'acide étant identifié seulement après hydrolyse; d'où le schéma réactionnel :

CH_2 ; H_2C ; CH_2 ; H_2C ; CH—COOH ; NH_2 ; NH_2

Lysine

$\xrightarrow{+1/2\,O_2}$ —COOH ; N

Acide Δ[1]-pipéridine-2-carboxylique

$\xrightarrow{+1/2\,O_2}$ CO_2 + —OH ; N

⇌ CO ; NH

Lactame

$\xrightarrow{+H_2O}$ CH_2 ; H_2C ; CH ; H_2C ; COOH ; NH_2

Acide δ-aminovalérique

On peut donc admettre que la L-acidaminodéshydrogénase du foie de Dindon catalyse l'α-désamination des deux acides αω-diaminés; ceci rejoint les constatations faites par Rothstein et Miller ([3]) avec la lysine chez le Rat, mais contraste avec l'ω-désamination de l'ornithine décrite par Stetten ([4]) chez les Mammifères.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence de vitamine* B_{12} *dans les vins.* Note de M. **Émile Peynaud** et M[lle] **Suzanne Lafourcade**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

Récemment, J. B. B. Castor n'a pas trouvé d'activité B_{12} vis-à-vis de *Lactobacillus leichmannii* dans un moût de raisins frais, mais a observé une activité mesurable apparaissant durant la fermentation ([1]). L'optimum correspond au moment de la multiplication rapide des levures. Après fermentation le vin obtenu titre 0,02 γ/l d'activité B_{12}.

Lactobacillus leichmannii n'est utilisable comme organisme-test que pour des doses relativement importantes de vitamine B_{12} et, de plus, il est

---

([3]) *J. Biol. Chem.*, **211**, 1954, p. 851.

([4]) *J. Biol. Chem.*, **189**, 1951, p. 499.

([1]) *Applied Microb.*, **1**, 1953, p. 97.

sensible à certaines purines et à la thymine. Nous avons employé dans notre étude la méthode de R. R. Burkholder (2), modifiée dans les modalités opératoires par C. Calet et A. Rerat (3), qui utilise un mutant d'*Escherichia coli*. Cet organisme répond spécifiquement à la cyanocobalamine: il est cependant légèrement sensible à la méthionine, mais à des doses 50 000 fois supérieures à celles de B_{12}. On connaît le principe général de la méthode : il consiste à mesurer par néphélométrie la réponse de croissance de la souche d'*Escherichia coli* 113-3, cultivée sur un milieu contenant toutes les substances énergétiques et facteurs de croissance indispensables, sauf B_{12}, et additionné de la solution à doser. On compare au comportement d'une gamme-étalon préparée avec des quantités connues de vitamine B_{12}. On transforme la cobalamine par addition de KCN en cyanocobalamine pour obtenir la totalité de l'activité B_{12}. L'alcool du vin est chassé au préalable à 50° sous le vide et son acidité est exactement neutralisée.

Le dosage a été appliqué à 10 jus obtenus par écrasement de raisins mûrs, à 12 vins blancs et à 16 vins rouges de la région de Bordeaux, d'âges divers. Le tableau ci-dessous rassemble quelques résultats, exprimés en μg par litre.

Moûts de raisin.	Merlot, Saint-Émilion	0
	Cabernet-Sauvignon, Pessac	0,04
	Merlot, Pessac	0,13
Vins blancs.	Entre-deux-Mers 1953	0
	Sauternes 1947	0,05
	Premières Côtes	0,07
	Sainte-Croix-du-Mont	0,10
	Bordeaux supérieur 1954	0,16
Vins rouges.	Pomerol 1940	0,04
	Margaux 1952	0,06
	Saint-Émilion 1954	0,08
	Margaux 1953	0,10

Nous avons trouvé dans les moûts de 0 à 0,13 γ/l, avec une moyenne de 0,050 γ; dans les vins blancs de 0 à 0,16, avec moyenne de 0,075 et dans les vins rouges 0,04 à 0,10 avec moyenne de 0,062. Le raisin contient donc déjà le plus souvent des traces mesurables par *Escherichia coli* d'activité B_{12}, que ne paraît pas influencer par ailleurs l'action de *Botrytis cinerea*, agent de la pourriture. Les vins en contiennent généralement davantage que les moûts, les teneurs dépassent rarement cependant le dixième de μg par litre. Il semble que les vins jeunes soient les plus

(2) *Science*, New-York, **114**, 1951, p. 459.
(3) *Ann. Zootechnie*, 3, 1954, p. 247.

riches et que le taux de B_{12} diminue au cours du vieillissement. Les vins blancs sont un peu mieux pourvus; il est possible que l'anhydride sulfureux utilisé à leur conservation protège la vitamine B_{12} par un mécanisme antioxygène déjà signalé (4).

L'augmentation d'activité B_{12} au cours de la fermentation alcoolique en culture pure a toujours été observée par nous sur jus de raisin; par contre, elle n'a pu être mise en évidence en milieu de culture minéral simple, contenant tous les facteurs de croissance nécessaires aux levures, et l'azote assimilable sous forme de sulfate d'ammonium, d'asparagine et de caséine hydrolysée. Un moût de raisin est passé de 0,05 γ/l avant fermentation à 0,12 γ aussitôt après; dans un autre exemple on a noté une augmentation de 0,06 à 0,11. Cette aptitude des levures à produire de petites quantités de substances douées d'une activité B_{12} n'avait jamais été signalée avant Castor.

Les teneurs rencontrées sont cependant minimes. En admettant que toute l'activité dosée dans les vins soit due à la cyanocobalamine, sans être absolument négligeable au point de vue nutritionnel, on ne peut, cependant, la considérer que comme un apport très faible.

MICROBIOLOGIE. — *Une méthode simple de purification du virus de la peste aviaire atypique.* Note de M. **Ewald Edlinger** et Mlle **Christiane de Vaux-Saint-Cyr**, présentée par M. Robert Courrier.

Le virus de la peste aviaire atypique, préalablement purifié par absorption et élution sur des hématies, peut être précipité par diminution de la concentration saline et amené à un haut degré de pureté, mais il perd la plus grande partie de son pouvoir hémagglutinant.

L'auteur hongrois, Gy. Takatsy (1), (2) a trouvé qu'une suspension du virus de la grippe, préalablement purifié par absorption et élution sur des globules rouges, précipite par diminution de la concentration saline.

Nous avons voulu essayer si cette méthode est également applicable au virus de la peste aviaire atypique (virus de la maladie de Newcastle).

100 cm³ de liquide chorioalantoïde d'œufs embryonnés infectés par le virus de Newcastle (ce virus nous a été fourni par le Docteur J. Vieuchange de l'Institut Pasteur de Paris), sont mélangés à + 4° C avec 100 cm³ d'une suspension d'hématies de poules à 2 %. Après 15 mn d'absorption, les hématies sont resuspendues dans 100 cm³ d'eau physiologique

(4) C. H. Kriegel, *J. Assoc. agric. chemists*, 37, 1954, p. 781.

(1) *Acta Med. Ac. Sc. Hung.*, 3, 1952, p. 185-191.

(2) *Acta Microb. Ac. Sc. Hung.*, 1, 1954, p. 35-48.

(0,9 % Na Cl). Après un séjour de 30 mn à 37° C, le surnageant est recueilli et constitue la suspension de virus élué. Cet éluat est dilué à raison de 1 : 9 dans de l'eau bidistillée. Après un séjour de 1 h ou de 24 h à + 4° C, une centrifugation à 3 000 t/mn pendant 30 mn donne un culot (culot non purifié) qui, resuspendu dans 20 cm^3 d'eau physiologique, est de nouveau centrifugé à la même vitesse pendant 15 mn. Ce dernier surnageant constitue la suspension de virus purifié.

Les microdosages d'azote ont été faits selon la méthode colorimétrique mise au point par B. Lubochimsky et J. P. Zalta ([3]); le titrage d'hémagglutination selon la technique de Lépine et coll. ([4]), et la détermination de la dose infectieuse 50 % (DI 50) selon la méthode des taux cumulatifs de L. J. Reed et H. Muench ([5]) avec cinq œufs embryonnés par dilution.

Voici les résultats :

	Teneur totale calculée pour 100 cm^3 du liquide initial.			Rapports	
	µg N (*) Log$_{10}$.	DI 50 (**) Log$_2$.	HA titre (*) Log$_{10}$.	$\frac{\text{DI 50}}{\mu\text{g N}}$.	$\frac{\log \text{DI 50}}{\log \text{HA}}$.
Liquide chorioallantoïde infecté	157 080 (± 15 000)	10,925 (± 0,025)	16,5 (15,7–17)	5,73	5,95
Éluat	3 263 (± 1 590)	10,90 (± 0,125)	15,8 (11,6–16,0)	7,39	6,43
Culot non purifié (1 h de dilution)	587 (± 279)	11,05	10,1 (9,53–10,6)	8,28	7,91
Virus purifié (1 h de dilution)	219 (± 108)	10,69 (± 0,34)	9,3 (8,3–10,3)	8,35	7,89
Virus purifié (24 h de dilution)	186 (± 6)	11,18 (± 0,12)	9,1 (8,3–9,6)	8,92	8,43

(*) Moyenne arithmétique de cinq expériences.
(**) Moyenne arithmétique de deux ou trois expériences.
( ) Dérivations maxima et minima de la moyenne. HA : unité hémagglutinante.

Ainsi, la méthode de Takatsy peut aussi être utilisée pour le virus de Newcastle. Par cette méthode, la suspension purifiée semble même être plus riche en virus que le liquide initial; mais cette augmentation peut être imputée aux marges très larges d'erreur de la méthode de détermination

---

([3]) *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **36**, 1954, p. 1363.
([4]) P. Lepine, V. Sauter et L. Reinie, *Ann. Inst. Pasteur*, **72**, 1946, p. 523.
([5]) *Amer. J. Hyg.*, **27**, 1938, p. 493.

de la DI 50. On ne peut pas exclure que les pertes probables en DI 50 au cours de la purification soient compensées par l'élimination des inhibiteurs de l'infectiosité présents dans des suspensions non purifiées. La purification est poussée à un très haut degré : en effet, si l'on admet avec Schäfer et coll. ([6]), un poids moléculaire de 800.10^6, et avec Cunha et coll. ([7]), environ 10 % d'azote pour une particule-virus, on obtient :

$$\frac{1}{10}\,\frac{800.10^6}{6.10^{23}}\,10^6 = 10^{-9,89}\,\mu\text{g d'azote par particule-virus.}$$

La DI 50 du virus purifié possède donc une teneur en azote qui se rapproche sensiblement de la teneur théorique de dix particules-virus.

Contrairement aux observations faites sur le virus de la grippe (Takatsy, *loc. cit.*), il y a une diminution très forte du pouvoir hémagglutinant du virus de Newcastle au cours de la purification. On savait déjà (Cunha et coll., *loc. cit*) que l'éluat présente ce phénomène, mais le rapport log DI 50/log HA continue, au cours de la purification ultérieure, à augmenter de telle façon que l'on doit se demander si le pouvoir hémagglutinant n'est pas lié, pour la plus grande part, à des produits non infectieux de la multiplication du virus de Newcastle.

Ces expériences montrent qu'il faut être prudent dans l'utilisation de l'eau bidistillée pour extraire les virus des tissus, car ce phénomène de précipitation dans des solutions oligosalines pourrait aussi se manifester chez d'autres virus.

BACTÉRIOLOGIE. — *L'influence de la chloromycétino-résistance sur la virulence de* Salmonella typhi *et* Salmonella paratyphi *B*. Note de M. **Miloutine Djouritchitch**, transmise par M. Gaston Ramon.

Plusieurs auteurs ont signalé que la souche de *Salmonella typhi* devient plus ou moins facilement résistante à la chloromycétine. Ils ont montré aussi que cette souche devenue résistante pouvait changer de morphologie et de propriétés biologiques.

Nous avons, de notre côté, pris cinq souches de *Salmonella typhi* et cinq souches de *Salmonella paratyphi B*. Toutes ces souches se sont montrées sensibles vis-à-vis de la chloromycétine dans une mesure allant de 2,5 à 5 $\mu g/cm^3$.

Au cours des 25 passages poursuivis en bouillon ordinaire avec addition d'une proportion de chloromycétine de plus en plus élevée, nous avons

([6]) W. Schäfer, G. Schramm et E. Traub, *Z. Naturforschg*, 4 b, 1949, p. 157.

([7]) R. Cunha, M. L. Weil, D. Beard, A. R. Taylor, P. G. Sharp et J. W. Beard, *J. Immunol.*, 55, 1947, p. 69.

obtenu la résistance de *Salmonella typhi* à 120-960 μg/cm³. En même temps, les souches de *Salmonella paratyphi B* sont devenues résistantes de 60 à 400 μg/cm³.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressé à la question de la virulence des souches devenues chloromycétino-résistantes.

Dans une première expérience, nous avons utilisé quatre souris blanches de 20 g chacune; deux de ces souris ont été inoculées par la voie intrapéritonéale avec 0,5 cm³ d'une dilution au 1/10ᵉ de la culture en bouillon de 24 h d'une souche *Salmonella typhi* devenue résistante à 960 μg/cm³. Pour le contrôle, nous avons inoculé en même temps les deux autres souris avec la même dose de souche originale sensible à la chloromycétine.

Les souris qui ont été inoculées avec la souche sensible sont mortes dans les 24 h, tandis que les souris inoculéss avec la souche devenue chloromycétino-résistante sont restées vivantes. Le matériel pris dans le cœur, les organes et cavité péritonéale de souris mortes donne une culture pure de *Salmonella typhi*.

La même expérience est renouvelée avec la souche chloromycétino-résistante à 400 μg/cm³. Le résultat est le même que celui obtenu dans l'expérience précédente.

Pour la deuxième expérience, nous avons pris un groupe de quatre cobayes de 300 g; deux de ces cobayes ont été inoculés, sous la peau du ventre, avec 1 cm³ de culture en bouillon de 24 h diluée au 1/10ᵉ, de la souche *Salmonella paratyphi B*, devenue résistante à 400 μg/cm³ de chloromycétine. Deux autres cobayes du même groupe ont été inoculés de la même manière et avec la même dose mais avec la souche originale, sensible à la chloromycétine.

Déjà au cours des premières 24 h après l'inoculation des cobayes au moyen de la souche originale nous avons remarqué un œdème d'une grosseur d'une amande, à l'endroit de l'inoculation. Cet œdème s'est développé les jours suivants et une escarre s'est formée au cours de la deuxième semaine. Chez les cobayes inoculés avec la souche devenue auparavant chloromycétino-résistante, aucune lésion n'est apparue à l'endroit de l'inoculation.

La même expérience a été faite sur des souris. Nous avons pris quatre souris blanches de 20 g chacune et nous avons inoculé à deux de ces souris par voie sous-cutanée, 0,5 cm³ d'une silution au 1/50ᵉ de culture de 24 h, de *Salmonella paratyphi B* devenue chloromycétino-résistante. Deux autres souris ont été inoculées de la même manière et aux mêmes doses, mais avec la souche originale, c'est-à-dire chloromycétino-sensible.

Vingt-quatre heures plus tard, les deux souris qui ont été inoculées avec la souche originale ont montré, à l'endroit de l'inoculation, un œdème de la grosseur d'un haricot, tandis que les deux autres souris qui ont reçu

la souche chloromycétino-résistante n'ont présenté aucune lésion visible. L'œdème constaté sur les deux premières souris se transforme au cours de la deuxième semaine en une escarre.

Les mêmes résultats sont obtenus avec la souche *Salmonella paratyphi B* devenue résistante à 60 µg/cm³ de chloromycétine.

Ces expériences nous prouvent qu'il existe une grande différence, au point de vue de la virulence, entre la souche originale chloromycétino-sensible et la souche devenue chloromycétino-résistante. Tandis que les souches originales de *Salmonella typhi* et de *Salmonella paratyphi* B sont virulentes pour les animaux d'expériences, les souches devenues chloromycétino-résistantes perdent entièrement leur virulence.

A quel moment la souche de *Salmonella* chloromycétino-résistante commence-t-elle à perdre sa virulence ? Jusqu'ici, nous ne saurions le dire. Dans nos expériences, la perte de virulence est la même pour *Salmonella typhi* chloromycétino-résistante à 960 µg qu'à 400 µg/cm³ et pour *Salmonella paratyphi B* chloromycétino-résistante à 400 µg et à 60 µg/cm³.

Il résulte de nos expériences que *Salmonella typhi* et *Salmonella paratyphi B* devenues chloromycétino-résistantes perdent leur virulence à l'égard des animaux d'expériences. Cette constatation peut avoir sa valeur pratique.

ENTOMOLOGIE MÉDICALE. — *Répercussion des états pathologiques de l'homme sur les « cristallisations » de l'hémoglobine, dans le sang ingéré par les Réduvidés hématophages.* Note de M. **François Pick**, présentée par M. Émile Roubaud.

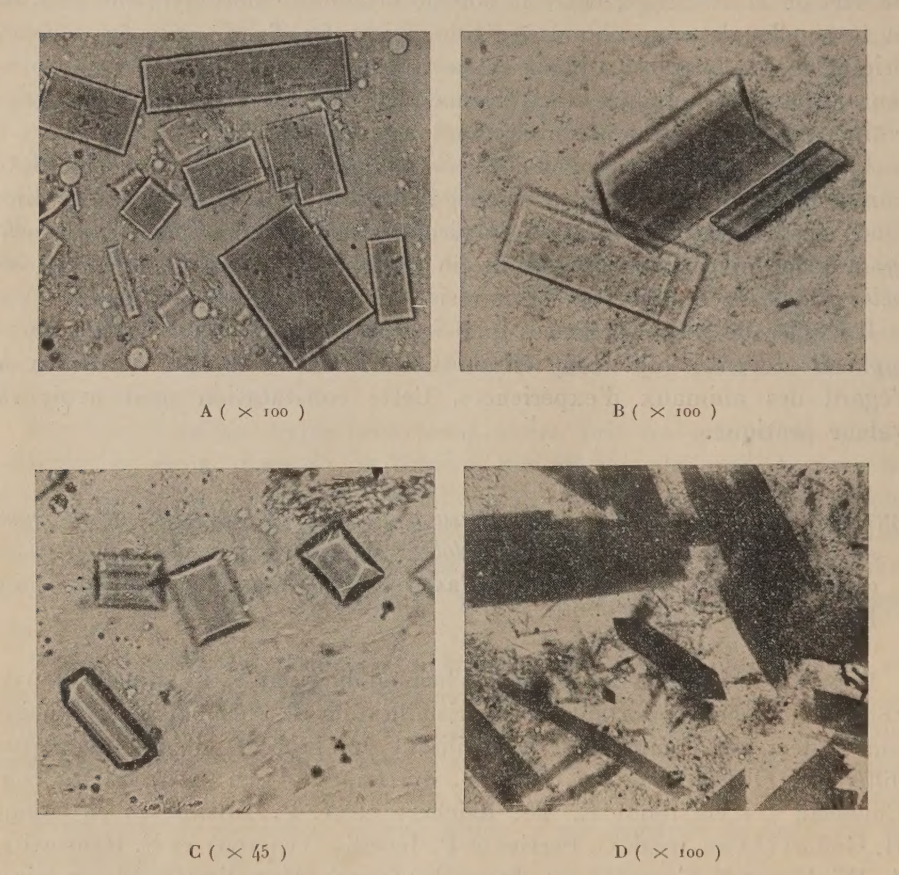
Depuis la découverte des cristaux d'hémoglobine par F. L. Hünefeld [1] en 1840, les recherches portant sur la cristallisation de l'hémoglobine humaine sont restées peu nombreuses. En utilisant des procédés physico-chimiques différents, O. Funke [2] en 1852, V. von Lange [3] en 1862, S. Moncton Copeman [4] en 1890, E. Th. Reichert et A. P. Brown [5] en 1909, H. Goffart [6] en 1926, C. Perrier et P. Jenelli [7] en 1931 et F. Haurowitz, A. Winkler et F. Kraus [8] ont obtenu des formes prismatiques rectangulaires

---

(1) *Der Chimismus in der thierischen Organisation*, Leipzig, 1840.
(2) *Ztschr. f. rationnelle Med.*, 2, 1852, p. 288.
(3) *Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math. naturwiss. Kl.*, 46, 1862, p. 1.
(4) *J. Physiology*, 11, 1890, p. 401.
(5) *The Crystallography of Hemoglobin.*, Carnegie Inst., Washington, 1909.
(6) *Zool. Jahrb.*, *Abt. Allg. Zool. Physiol.*, Tiere, 42, 1926, p. 193.
(7) *Arch. Fisiologia*, 29, 1931, p. 289.
(8) *Ztschr. physiol. Chemie*, 232, 1935, p. 125.

ou rhomboédriques (angles de 54° environ), tandis que D. L. Drabkin [9], en 1946, a rencontré des cristaux en forme de bi-pyramides tétragonales. En partant de malades souffrant d'une anémie à hématies falciformes, M. F. Perutz, A. M. Liquori et F. Eirich [10] en 1951, ont obtenu des cristaux en forme d'aiguilles orthorhombiques, ou des prismes terminés par des dômes.

C. Bojanowski [11], en 1863, a observé que le sang humain ingéré par des



A (× 100) B (× 100)

C (× 45) D (× 100)

Cristallisations réduvidiques de l'hémoglobine humaine. — A, enfant sain de 3 ans; B, Trois formes cristallographiques différentes obtenues d'un enfant de 10 mois atteint de poliomyélite; au contact du cristal normal on observe un cristal en forme de flèche, forme que nous avons rencontrée au cours d'une épidémie de poliomyélite, chez 10 enfants paralysés, 2 enfants et un adulte de 36 ans apparemment sains; le troisième cristal montre des angles de 75°. C, Cristaux atypiques rencontrés chez un enfant de 13 ans souffrant d'un ictère hémolytique. D, Cristaux d'hémoglobine d'un Homme de 63 ans souffrant d'un cancer du poumon; la forme cristallographique du milieu, représentant un prisme terminé par des dômes, s'est rencontrée jusqu'alors dans différents types de tumeurs malignes.

---

(9) *J. Biol. Chem.*, **164**, 1946, p. 703.

(10) *Nature*, **167**, 1951, p. 929.

(11) *Ztschr. wiss. Zoologie*, **12**, 1863, p. 312.

Hirudinés cristallise plus facilement que le sang frais. G. Amantea et C. Krzyszkowsky ([12]), en 1920, ont fait la même constatation en utilisant la saponine pour traiter le sang de malades souffrant d'anémie pernicieuse. Par contre, G. Amantea, U. Falaschi et S. Mele ([13]), en 1923, ont examiné le sang de 200 malades, très variés, à l'aide de la même technique de la saponine : ils n'ont rencontré aucune différence dans les cristaux d'hémoglobine, par rapport aux sujets normaux.

Nous avons noté les observations de F. Stuhlmann ([14]) sur la cristallisation de l'hémoglobine d'un cobaye dans le jabot des *Glossina fusca* et *Gl. tachinoïdes* et celles de G. Amantea ([15]) qui signale avoir rencontré chez *Ixodes ricinus* une cristallisation biologique de l'hémoglobine du chien, du chat et du cobaye; nous avons nous-même démontré que l'hémoglobine d'un sang en général ([16]) et celle de l'Homme en particulier ([17]), ingérées par des représentants des Réduvidés hématophages appartenant aux genres *Panstrongylus*, *Eutriatoma*, *Triatoma* et *Rhodnius* cristallisent d'une manière spécifique dans le liquide digestif de ces insectes. Nous avons appelé cette nouvelle réaction physiologique des Réduvidés hématophages : « Cristallisation réduvique » de l'hémoglobine.

La présente Note rend probable que certains états pathologiques de l'Homme sont susceptibles de se répercuter d'une manière spécifique et souvent morphologiquement très appréciable sur les cristallisations réduvidiques de l'hémoglobine des malades (*fig.*).

A 15 h 50 m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 h 10 m.

L. B.

([12]) *Arch. Fisiologia*, **18**, 1920, p. 87.
([13]) *Arch. Fisiologia*, **21**, 1923, p. 411.
([14]) *Arb. Kaiserl. Gesundheitsamte*, **26**, 1907, p. 301.
([15]) *Boll. Soc. Biol. Sperim.*, **1**, 1926, p. 66.
([16]) *Bull. Soc. Path. exot.*, **45**, 1952, p. 326.
([17]) *Arch. Soc. Biologia*, **20**, 1953, p. 83.

ERRATA.

—

(*Comptes rendus* du 9 mai 1955.)

Note présentée le 2 mai 1955, de MM. *Jean-Claude Pecker* et *Henri van Regemorter*, La largeur équivalente des raies dans l'hypothèse d'un modèle Schuster-Schwarzschild :

Page 1858, formules (2'), (3), (4) et avant-dernière, *remplacer* $b_{(1)}$ par $b_{(\lambda)}$ et x_0 par X_0

